



Communauté française de
Belgique



Les trois principales plantes exotiques envahissantes le long des berges des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne : description et conseils de gestions mécanique et chimique



Unité Biodiversité et Paysage
ULG - GxABT



Rédaction

Emmanuel DELBART
Nora PIERET

Sous la direction de

Prof. Grégory MAHY

Ce document est réalisé dans le cadre de la convention « Mise en place d'une cellule d'appui à la gestion des espèces de plantes exotiques envahissantes. Proposition de méthodes de gestion actives et préventives des plantes exotiques envahissantes le long des cours d'eau non navigables en Région wallonne » (2006-2009) menée à l'ULG –GxABT – Département Forêts, Nature et Paysage - Unité Biodiversité et Paysage (Responsable : Prof. G. Mahy), financée par le Service Public de Wallonie – Direction Générale opérationnelle Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement (DGARNE) – Département de la Ruralité et des Cours d'eau - Direction des Cours d'eau non navigables (DCENN, Ingénieur-Directeur : F. Lambot). Les objectifs de cette convention sont, entre autres, de promulguer des conseils de gestion des espèces de plantes exotiques envahissantes en milieu riverain en vue de limiter la progression de l'invasion.

Nous tenons à remercier

Stéphan ADANT – DGARNE – DCENN – Cellule de gestion intégrée
Guy BUCHET – ULG – GxABT
Sébastien CREMER – Fourrages Mieux asbl
Michel DAOUST – Service Technique Provincial du Luxembourg
Bernard DELECOURT – DGARNE – DCENN – District de Namur
Quentin DELEN – DGARNE – DCENN – District de Namur
Sophie DUCHATEAU – Contrat de rivière Ourthe
Hélène GHYSELINCK – Projet LIFE Loutre
Florence HAUREGARD – Contrat de rivière Vesdre
Christine HEINESCH – Contrat de rivière Amblève
François HENRIET – CRAW – Département Phytopharmacie
Christine LECLERCQ – Projet LIFE Loutre
Pierre LUXEN – Agra-Ost
Jean KLEIN – Service Environnement de Bastogne
Jean-Claude KRACK – SPW – DGARNE – DNF – Cantonnement Nivelles
Bernard LACHAT – BIOTEC – Biologie appliquée SA
Grégory MOTTE – CRNFB – Projet Life Moule Perlière
Pierre OTTE – SPW – DGARNE – DCENN – District de Marche
Bernard WEICKMANS – CRAW – Département Phytopharmacie

Ainsi que l'ensemble des services techniques, contacts et étudiants pour leurs contributions, leurs collaborations. Nous remercions aussi S. Crémer, S. Cristofoli, B. Delecourt, S. Duchâteau, H. Ghyselinck, M. Halford, F. Henriet, J. Lebrun, M. Legast, A. Monty, J. Piqueray, L. Saad, S. Vanderhoeven et B. Weickmans pour leurs lectures.

Toute notre reconnaissance à S. Duchâteau et H. Ghyselinck pour leurs collaborations et le partage de leurs résultats.

Enfin, un remerciement tout particulier à B. Delecourt et P. Otte pour leur implication dans le cadre de la convention.

Crédits photographiques

Jacques BERGEN
Emmanuel DELBART
Bernard DELECOURT
Hélène GHYSELINCK
Nora PIERET

Mars 2010

Table des matières

Prologue	5
PARTIE I : Généralités	6
LES PLANTES EXOTIQUES ENVAHISSANTES	7
Qu'est-ce qu'une plante exotique envahissante ?	7
Quels sont les impacts ?	7
DESCRIPTION DES ESPÈCES	9
La balsamine de l'Himalaya - <i>Impatiens glandulifera</i> Royle	9
1. Description morphologique	9
2. Impacts causés	11
La berce du Caucase – <i>Heracleum mantegazzianum</i> Sommier et Levier	12
1. Description morphologique	12
2. Impacts causés	14
Les renouées envahissantes - <i>Fallopia</i> spp.	15
1. Description morphologique	15
2. Impacts causés	19
PARTIE II : principes et techniques de la gestion	20
CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES À LA RÉALISATION DE GESTIONS	21
Connaissance des populations existantes	21
Echelle du projet de gestion	21
Budget disponible	21
Cadre légal	22
Information et sensibilisation	26
MÉTHODES DE GESTION DES ESPÈCES CONCERNÉES PAR LE GUIDE	27
La balsamine de l'Himalaya	27
1. Méthodes de gestion	27
2. Spécificités de la gestion	28
3. Devenir des résidus de gestion	28
4. Efficacité et coûts	29
5. Calendrier des opérations de gestion	30
6. Prévention	31
7. Conception du plan de gestion	32
Résumé	33
La berce du Caucase	34
1. Méthode de gestion	34
2. Spécificités de la gestion	35
3. Devenir des résidus de gestion	36
4. Efficacité et coûts	36

5. Calendrier des opérations de gestion	38
6. Prévention	38
7. Conception du plan de gestion	38
Résumé	40
 Les renouées envahissantes	 41
1. Méthodes de gestion	41
1.1 Méthodes de gestion chimique	42
1.2 Méthodes de gestion mécanique	49
2. Spécificités de la gestion	65
3. Devenir des résidus de gestion	67
4. Efficacité et coûts	68
5. Calendrier des opérations	71
6. Prévention	72
7. Conception du plan de gestion	73
Résumé	75
 Conclusions	 76
 Glossaire	 77
 Bibliographie	 80

Prologue

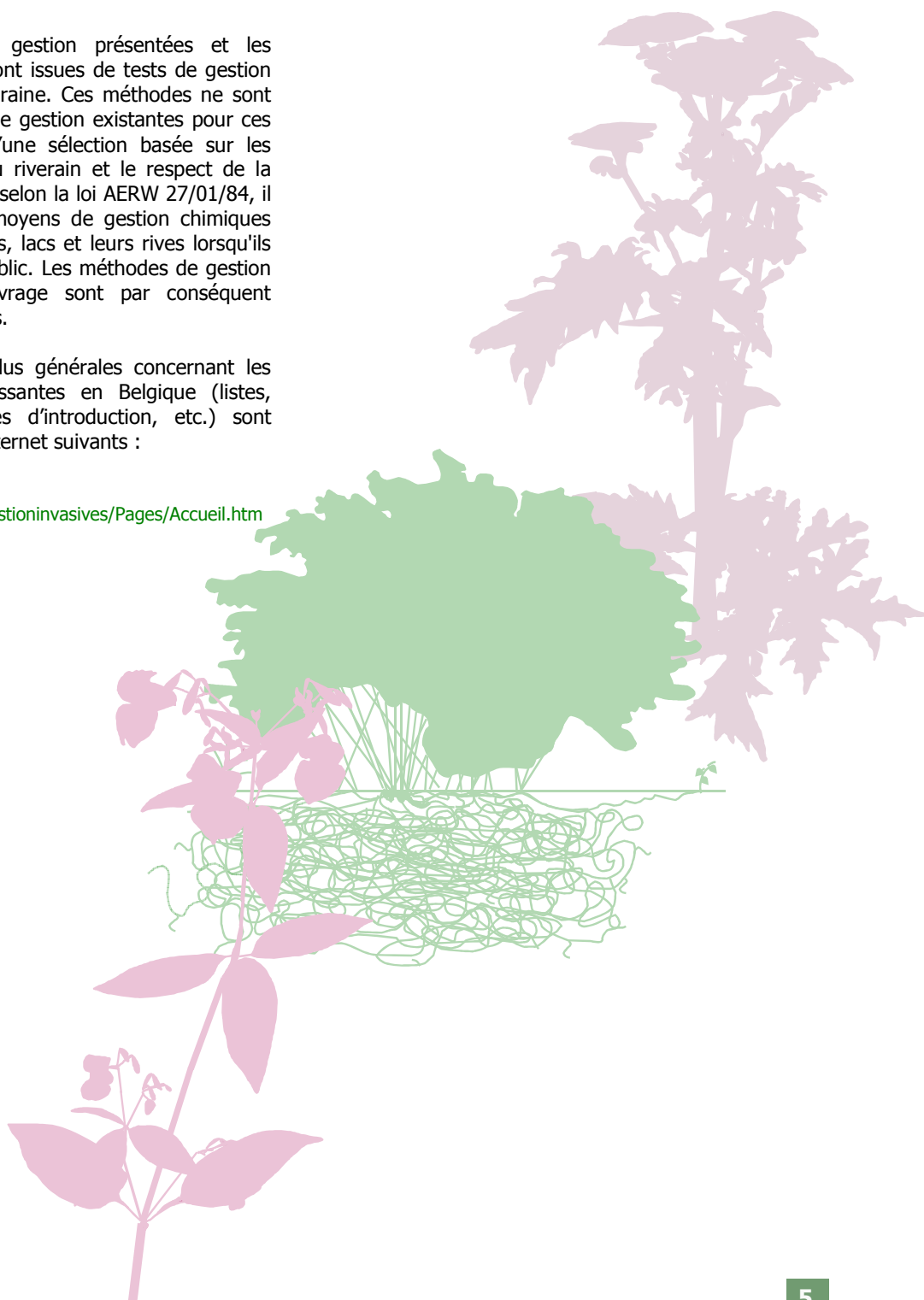
Ce document a pour objectif de présenter les méthodes de gestion les plus appropriées des principales plantes exotiques envahissantes présentes le long des cours d'eau et plans d'eau en Région wallonne. Un soin tout particulier a été accordé à la description des mécanismes de dispersion de ces espèces en vue de mieux comprendre leur processus d'invasion, les difficultés inhérentes à leur gestion et les principes de précaution à respecter.

Les méthodes de gestion présentées et les observations rapportées sont issues de tests de gestion mis en place en zone riveraine. Ces méthodes ne sont pas les seules méthodes de gestion existantes pour ces espèces mais résultent d'une sélection basée sur les contraintes liées au milieu riverain et le respect de la législation belge. En effet, selon la loi AERW 27/01/84, il est interdit d'utiliser les moyens de gestion chimiques sur les cours d'eau, étangs, lacs et leurs rives lorsqu'ils font partie du domaine public. Les méthodes de gestion présentées dans cet ouvrage sont par conséquent principalement mécaniques.

Des informations plus générales concernant les plantes exotiques envahissantes en Belgique (listes, descriptifs, impacts, dates d'introduction, etc.) sont disponibles sur les sites Internet suivants :

<http://www.fsagx.ac.be/ec/gestioninvasives/Pages/Accueil.htm>

<http://ias.biodiversity.be>





PARTIE I : Généralités



Les plantes exotiques envahissantes

Qu'est-ce qu'une plante exotique envahissante ?

Une plante exotique envahissante est une espèce présentant les caractéristiques suivantes :

- introduite en dehors de son aire de distribution naturelle ;
- introduite dans ce nouveau territoire par l'homme de manière accidentelle ou volontaire ;
- introduite après 1500, date charnière ;
- présentant des capacités de dispersion menant à une expansion géographique de ses populations ;
- capable de se naturaliser, c'est-à-dire de se reproduire dans la nature et de former des populations pérennes sans assistance humaine.

Il est reconnu que les invasions biologiques concernent des espèces exotiques pour lesquelles les changements d'abondance et de distribution résultent des activités humaines, que les introductions soient intentionnelles ou accidentelles. Sont donc exclues les espèces qui étendent leur distribution à partir de leur aire de répartition naturelle et les espèces qui accèdent à de nouveaux habitats dans une zone géographique dans laquelle elles sont indigènes. Par ailleurs, toutes les espèces exotiques ne sont pas asiatiques.

Quels sont les impacts ?

... environnementaux

Les impacts environnementaux des invasions biologiques s'exercent à différents niveaux. Ils engendrent des effets de différents types :

(i) effets génétiques (hybridation)

L'hybridation entre espèces exotiques et indigènes peut avoir différentes conséquences telles que la création d'un hybride à caractère très envahissant, la production de nombreux hybrides qui, par introgression et par compétition, mènent à l'extinction d'espèces indigènes, ou encore à la réduction du succès reproducteur de l'espèce indigène.

(ii) effets sur les populations

La prédation, la compétition interspécifique et la transmission d'agents pathogènes ou de parasites sont autant de mécanismes écologiques qui peuvent influencer l'abondance et la dynamique des populations d'espèces indigènes. Chez les plantes, les interactions compétitives sont le plus fréquemment invoquées comme mécanisme explicatif de la modification d'abondance.

(iii) effets sur les communautés

Les invasions biologiques sont susceptibles d'engendrer la perte d'espèces endémiques et vont de pair avec une diminution de la biodiversité à l'échelle du globe (homogénéisation globale). Les mêmes espèces tendent à devenir dominantes dans différents écosystèmes un peu partout à travers le monde.

(iv) effets sur le fonctionnement des écosystèmes

Les plantes exotiques asiatiques sont capables de modifier considérablement les flux de nutriments au sein de l'écosystème. Les propriétés du sol sont également modifiées, notamment au travers des cycles bio-géochimiques. D'autres caractéristiques des écosystèmes tels le régime hydrique ou le régime des perturbations se trouvent également modifiées suite à la substitution d'espèces. Lorsqu'une espèce invasive envahit un site, c'est toute la pyramide alimentaire qui est concernée et l'équilibre de l'écosystème qui est remis en question.



... sur la santé publique

Certaines de ces espèces posent de véritables problèmes de santé publique. La berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) peut être la cause de graves brûlures par simple contact avec la peau, après exposition aux UV du soleil. L'ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*) est une herbacée annuelle d'origine américaine, dont les grains de pollen provoquent des allergies oculaires et respiratoires graves auprès de 10 % de la population des régions envahies (notamment en France et en Suisse).

... économiques

L'impact économique des invasions biologiques est particulièrement difficile à évaluer en raison de la multiplicité des paramètres à prendre en compte. Toutefois, on estime, sur base de données obtenues aux Etats-Unis, en Grande Bretagne, en Australie, en Inde, en Afrique du Sud et au Brésil que les coûts économiques engendrés par les invasions biologiques représenteraient environ 5 % de l'économie mondiale. Les pertes économiques sont multiples et variées : diminution des rendements agricoles, diminution de la valeur des pâturages, coûts liés aux problèmes de santé publique, coûts des herbicides et pesticides, coûts liés à la restauration des milieux naturels, coûts liés à la détérioration des infrastructures, des voies navigables, etc.

Notons encore que la capacité de colonisation ou la densité des espèces exotiques n'est pas systématiquement corrélée à l'impact qu'elles exercent sur l'environnement.



Description des espèces

La balsamine de l'Himalaya - *Impatiens glandulifera* Royle

I. Description morphologique



Photo 1 : Population de balsamines de l'Himalaya



Photo 2 : Feuilles, fleurs et capsules de balsamine de l'Himalaya

Rang taxonomique	Balsaminacées
Nom vernaculaire Fr. (NI.)	Balsamine de l'Himalaya, balsamine géante ou impatiente glanduleuse (Reuzen balsamien)
Provenance	Cachemire et Népal
Date d'introduction (B.)	Introduction délibérée en 1939 comme plante ornementale
Morphologie générale	Plante de 1 à 2,5 m de haut (voire 3,5 m en station favorable), glabre et pouvant former de vastes massifs (photo 1)
Reproduction	<p>Espèce annuelle. Période de floraison : mi-juin à octobre (photo 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reproduction sexuée : espèce autofertile et entomophile (principalement les bourdons). Dissémination des graines à plusieurs mètres (jusqu'à 7 m) par l'explosion des capsules à maturité. Ballochorie et hydrochorie. • Reproduction végétative possible par formation de racines adventives au départ des nœuds des tiges (photo 8) <p>Nombre de graines par plant : jusqu'à 800 Banque de graines : maximum 2 années</p>
Fleur	Fleurs de couleur pourpre à blanche (photos 3 et 4), munies d'un éperon atrophié (photo 5)
Feuille	Feuilles opposées ou verticillées par trois, pétiolées, à stipules formant des glandes à la base du pétiole (photo 6). Le limbe, de couleur vert sombre, est lancéolé, à sommet aigu et décoré de 20 à 50 dents de scie de chaque côté.



Tige	Tige charnue, cannelée, translucide, creuse, rougeâtre (surtout à la base et au niveau des nœuds) et formant un bourrelet au dessus des nœuds (photo 6)
Racine	Racines traçantes peu profondes (photo 7) et racines adventives à partir des nœuds (photo 8)
Fruit	Capsule allongée explosant à maturité
Détermination	Espèce très facile à déterminer et ne pouvant pas être confondue
Caractéristiques autécologiques	Espèce héliophile à mi-sciaphile ; Espèce mésohygrophile mais pouvant supporter une inondation partielle ; Espèce acidicline à calcaricole.
Habitat	Berges et plages des rivières, mégaphorbiées, lisières forestières, ourlets intra-forestiers, haies, fossés, saulaies et frênaies humides, aulnaies, peupleraies, etc.



Photos 3 - 4: Panel de couleurs des fleurs et capsules de balsamine de l'Himalaya



Photo 5: Eperon réduit de la corolle chez la balsamine de l'Himalaya



Photo 6: Feuilles opposées et glandes chez la balsamine de l'Himalaya



Photos 7 - 8: Système racinaire et racines adventives de la balsamine de l'Himalaya



2. Impacts causés

La balsamine de l'Himalaya, forme des populations très denses préjudiciables au développement de la flore indigène. La présence de ces massifs entraîne une monopolisation des ressources nutritives et du milieu. Elle menace ainsi les espèces indigènes typiques des zones humides en réduisant leur habitat disponible. Ces vastes populations entraînent également une homogénéisation de la flore, des paysages et entravent la circulation le long des berges, comme l'utilisation de ces zones. Colonisant les zones humides, la balsamine de l'Himalaya peut déstructurer les frayères. La plante augmente de plus les effets négatifs des crues en retenant peu les terres du sol et en ralentissant le retrait des eaux. Durant l'hiver, la plante laisse aussi le sol à nu, plus sensible à l'érosion.

En ce qui concerne la faune, la balsamine de l'Himalaya ne représenterait pas une ressource nutritive attractive pour la plupart des insectes phytophages associés à la végétation native des berges. La substitution de la flore native par la balsamine de l'Himalaya entraîne donc une diminution de leurs ressources nutritives. Des recherches récentes ont par contre prouvé que l'abondant nectar produit par la plante est très apprécié des insectes pollinisateurs au point de les désintéresser des plantes indigènes, voyant ainsi leur cortège de pollinisateurs détourné.



La berce du Caucase – *Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier

1. Description morphologique



Photo 9 : Population de berces du Caucase

Famille	Apiacées
Nom vernaculaire Fr.(NL.)	Berce du Caucase, berce de Mantegazzi, berce géante (Reuzenberenklauw)
Provenance	Ouest du Caucase
Date d'introduction (B.)	Introduction délibérée datant de 1938 comme plante ornementale
Morphologie générale	Plante herbacée de 1,5 à 3 m de haut (voire 4 m en station favorable), pubescente et robuste (photo 9)
Reproduction	<p>Espèce bisannuelle à pluriannuelle. Période de floraison : juin à juillet</p> <ul style="list-style-type: none">• Reproduction sexuée : espèce autofertile et entomophile. Anémochorie à courte distance. Hydrochorie à plus longue distance.• Un plant produit en moyenne 6700 graines mais la production peut atteindre un maximum de 12000 graines. <p>Pouvoir de germination de la banque de graines : jusqu'à 7 ans.</p>
Fleur	Ombelles composées de fleurs blanches à rosées. L'ombelle principale peut atteindre 20 à 50cm de diamètre et compter de 50 à 120 rayons (photo 10).
Feuille	Feuilles munies de divisions dentées, de morphologie assez variable. Les feuilles sont non stipulées et à pétiole engainant (photos 11 à 14).
Tige	Tige robuste, cannelée, creuse, présentant un diamètre basal supérieur à 6 cm. La tige est souvent tachetée de rouge (photo 15).
Racine	Racine généralement pivotante et robuste de morphologie variable selon la structure du sol (meuble ou caillouteux) (photo 16)
Détermination	<p>La berce du Caucase peut être confondue avec l'espèce indigène : la berce sphondyle ou grande berce (<i>Heracleum sphondylium</i>) présentant une tige de diamètre basal inférieur à 6cm, des feuilles pennatipartites à pennatiséquées (possibilité de présence d'un "pétiolule") munies de divisions lobées (photos 17 et 18). Les ombelles de la berce sphondyle présentent 8 à 30 rayons, longs de 8 à 13 cm.</p> <p>La berce du Caucase peut être confondue avec deux autres berces géantes (<i>H. sosnowskyi</i> et <i>H. persicum</i>), toutes deux sont exotiques envahissantes. Seule la berce de Perse (<i>H. persicum</i>) a été trouvée dans un jardin.</p>



Caractéristiques autécologiques

Espèce héliophile à mi-sciaphile ;
Espèce mésophile à mésohygrocline ;
Espèce neutroclino.

Habitat

Berges et plages des rivières, milieux rudéraux (talus, remblais, bords de route, etc.), haies, lisières fraîches, ourlets intra-forestiers, Prés et pâturages mésophiles légèrement eutrophiés, mégaphorbiées, etc.
Espèce cultivée, ornementale : parcs et jardins.



Photo 10: Ombelles de la berce du Caucase



Photo 11: Feuille de la berce du Caucase



Photos 12 - 14 : Polymorphie des feuilles de berce du Caucase



Photos 15 - 16 : Tige, racine et collet de la berce du Caucase



Photos 17 - 18 : Individu et feuille de berce sphondyle mettant en évidence le "pétiole"

2. Impacts causés

Bien que très impressionnante par sa taille et esthétiquement attractive, la berce du Caucase forme de grandes populations denses, préjudiciables à la flore indigène. Son feuillage dense génère un ombrage au sol important, gênant la germination des autres espèces. La plante monopolise les différentes ressources nutritives laissant ainsi peu de nutriments au reste de la flore. L'invasion par la berce du Caucase entraîne donc une homogénéisation de la flore et des paysages suite à cette substitution à la flore native. Cette variation de la flore n'est pas sans effets sur la faune associée.

La berce du Caucase est également dangereuse pour la santé. Sa sève contient des substances photosensibilisantes, les furanocoumarines, sensibilisant la peau aux rayons ultraviolets. Entrer en contact avec la sève de la plante puis s'exposer à la lumière du jour engendrera des brûlures pouvant être très conséquentes (jusqu'au 3^{ème} degré) et persistantes en fonction de l'importance du contact.

La formation d'une population de berce du Caucase diminue par conséquent grandement la capacité d'utilisation des sites envahis.



Les renouées asiatiques - *Fallopia* spp.

1. Description morphologique

En Région wallonne, les renouées asiatiques regroupent 2 espèces et leur hybride: *F. japonica*, *F. sachalinensis* et *F. x bohemica*.

a. La renouée du Japon - *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene



Photos 19 - 20 : Population, feuilles et panicules de renouée du Japon

Famille	Polygonacées
Nom vernaculaire Fr.(NI.)	Renouée du Japon (Japanese duizendknoop)
Provenance	Asie orientale
Date d'introduction (B.)	Introduction délibérée en 1888 comme plante ornementale, fourragère et fixatrice du sol
Morphologie générale	Plante vivace rhizomateuse à port buissonnant, de hauteur comprise entre 1 et 2,5 m (voire 4 m en station favorable) et formant de vastes massifs denses (photos 19 et 20)
Reproduction	<p>Plante vivace. Période de floraison : août à octobre.</p> <ul style="list-style-type: none">• Reproduction sexuée : seuls des individus mâles stériles sont connus en Europe, la formation de graines est réalisée par fécondation croisée avec le pollen de <i>Fallopia sachalinensis</i>, <i>F. x bohemica</i> et <i>F. aubertii</i> (Syn. <i>F. baldschuanica</i>). Dans la nature, les plantules sont généralement bloquées dans leur développement et meurent. Différentes hypothèses sont en cours d'étude pour expliquer le phénomène.• Reproduction végétative : principal mode de reproduction de l'espèce en Europe, via le bouturage de fragments des rhizomes ou plus rarement de segments de tige comprenant des nœuds. Une masse de 0,1 gr de rhizome permet la production d'un nouvel individu. Les modes de dispersion des fragments de rhizomes sont principalement l'eau, la plantation, le transport de terres contaminées, etc.
Fleur	Fleurs blanches verdâtres groupées en panicule à l'aisselle des feuilles (photo 21)
Feuille	Feuilles alternes, simples, à stipules soudés en une gaine entourant étroitement la tige. La gaine est nommée ochréa. Le limbe foliaire, ovale à triangulaire, mesure en moyenne 11 cm à 14,5 cm, parfois 16,5 cm. Sa base est tronquée droite à arrondie mais non cordée. Le limbe est terminé par une pointe (photo 22). Les nervures des feuilles basales sont totalement glabres sur la face inférieure.



Tige	Tige robuste, souvent tachetée de rouge (forme de lenticelle) et creuse sauf au niveau des nœuds saillants (photo 23)
Racine	Rhizomes (tiges souterraines) bien développés et lignifiés, assurant la pérennité de la plante et permettant la reproduction végétative. De ces rhizomes, sont émises des racines adventives.
Fruit	Akène entouré d'un péricone issu de 3 carpelles, soudés, formant une loge unique. L'akène mûr est plus court ou légèrement plus long que le péricone.
Détermination	La renouée du Japon peut être confondue avec : <ul style="list-style-type: none"> • La renouée de Sakhaline (<i>Fallopia sachalinensis</i>) présentant des feuilles nettement cordées à la base lorsqu'elles sont situées à la base de la tige et de longueur plus importante, les nervures des feuilles sont munies de poils sur la face inférieure. • La renouée hybride (<i>F. x bohemica</i>) (hybride de <i>F. japonica</i> x <i>F. sachalinensis</i>) présentant des caractéristiques morphologiques intermédiaires. Feuilles à limbe ovale à ovale-triangulaire, faiblement cordé à tronqué pour les feuilles basale. Les nervures sont pourvues de poils à la face inférieure.
Caractéristiques autécologiques	Espèce héliophile à mi-sciaphile ; Espèce mésophile à mésohygrocline ; Espèce neutritrophile mais préférant les sols plus acides.
Habitat	Milieus rudéraux, berges, zones d'alluvions, peupleraies, aulnaies, frênaies humides, saulaies, etc.



Photo 21 : Fleurs groupées en panicules lâches à l'aisselle des feuilles de la renouée du Japon



Photo 22 : Comparaison des feuilles basales de *Fallopia sachalinensis*, *F. x bohemica* et *F. japonica* (de gauche à droite)



Photo 23 : Tiges de la renouée du Japon



b. La renouée de Sakhaline - *Fallopia sachalinensis* (F. Schmidt Petrop.) Ronse Decraene



Photos 24 - 25 : Clone, feuilles et panicules de renouée de Sakhaline

Famille	Polygonacées.
Nom vernaculaire Fr.(NI.)	Renouée de Sakhaline (Sachalinse duizendknoop)
Provenance	Asie orientale et Japon septentrional
Date d'introduction (B.)	Introduction délibérée en 1888 comme plante ornementale, fourragère et fixatrice de sol
Morphologie générale	Voir renouée du Japon hormis une hauteur moyenne plus importante (photo 24)
Reproduction	<p>Plante vivace. Période de floraison : août à octobre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reproduction sexuée : fécondation croisée (allogamie ou autogamie partielle du clone) et entomophile. Hydrochorie et anémochorie. • Reproduction végétative : (voir <i>Fallopia japonica</i>). Principal mode de dispersion et de reproduction végétative. Dissémination par l'eau, transport de terres contaminées ou de matériel végétal, etc.
Fleur	(Voir renouée du Japon)
Feuille	Feuilles alternes, simples, à stipules soudés en ochréa. Le limbe foliaire est ovale à ovale-oblong, nettement cordé pour les feuilles basales. D'une longueur moyenne de 25 cm à 30,5 cm, voire 40 cm, il est terminé par une pointe large et peu aiguë (photos 22 et 25). Les nervures des feuilles basales présentent une pilosité allongée (longueur supérieure à 3 mm) sur la face inférieure du limbe.
Tige	Tige robuste, légèrement striée, creuse sauf au niveau des nœuds, de couleur verdâtre (photo 26)
Racine	(Voir renouée du Japon)
Fruit	(Voir renouée du Japon)
Détermination	<p>La renouée de Sakhaline peut être confondue avec la renouée du Japon présentant des feuilles basales munies d'une base tronquée à arrondie et de longueur moyenne comprise entre 11 et 14,5 cm, voire 16,5 cm. Les nervures des feuilles basales sont glabres sur la face inférieure.</p> <p>Mais aussi avec la renouée hybride issue de l'hybridation de <i>F. japonica</i> x <i>F. sachalinensis</i> présentant des caractéristiques morphologiques intermédiaires : feuilles basales à limbe ovale à ovale - triangulaire, faiblement cordé à tronqué à la base et muni de nervures à poils courts sur la face inférieure.</p>



Caractéristiques autécologiques

(Voir renouée du Japon)

Habitat

(Voir renouée du Japon)



Photo 26 : Tige de la renouée de Sakhaline

c. La renouée hybride - *Fallopia x bohemica* (Chrtek et Chrtková) J. P. Bailey



Photos 27 - 28 : Clone et feuilles de renouée hybride

Famille	Polygonacées
Nom vernaculaire Fr.(Nl.)	Renouée hybride (Boheemse duizendknoop)
Provenance	-
Date d'introduction (B.)	-
Morphologie générale	Voir renouée du Japon excepté une hauteur moyenne plus importante (photo 27)



Reproduction

Plante vivace. Période de floraison : août à octobre.

- Reproduction sexuée : (voir renouée de Sakhaline). Pas d'autogamie.
- Reproduction végétative: (voir renouée du Japon). Principal mode de reproduction. Dissémination par l'eau, le transport de terres contaminées ou de matériel végétal, etc.

Fleur	(Voir renouée du Japon)
Feuille	Les feuilles sont alternes, simples, à stipules soudées en une gaine entourant étroitement la tige. La gaine est appelée ochréa. Le limbe foliaire est ovale à ovale-triangulaire, tronqué arrondi pour les feuilles situées en haut de tige et cordé pour les feuilles plus basales. D'une longueur moyenne comprise entre 12 et 20,5 cm, voire 27,5 cm, le limbe est terminé par une pointe plus ou moins élargie (photos 22 et 28). Les nervures sont munies d'une pilosité courte (longueur inférieure à 2mm) visible à la loupe sur la face inférieure des feuilles basales.
Tige	Tige robuste, creuse sauf au niveau des nœuds saillants, tachetée de points rouges à l'état jeune et qui s'estompent à l'état adulte.
Racine	(Voir renouée du Japon)
Fruit	(Voir renouée du Japon)
Détermination	<i>F. x bohemica</i> peut être confondue avec <i>F. japonica</i> et <i>F. sachalinensis</i> . Puisqu'il s'agit du résultat de leur hybridation, elle présente donc des caractéristiques morphologiques intermédiaires et variables.
Caractéristiques autécologies	(Voir renouée du Japon)
Habitat	(Voir renouée du Japon)

2. Impacts causés

Les renouées asiatiques, sont des espèces très compétitrices suite à leur vitesse de croissance et l'ombrage apporté par leur dense feuillage. Elles peuvent former des clones très étendus, préjudiciables au développement des espèces végétales indigènes par la monopolisation des ressources et du milieu. Elles menacent notamment la flore indigène typique des zones humides en monopolisant l'espace disponible. Les vastes massifs qu'elles forment entraînent ainsi une homogénéisation de la flore et des paysages.

Leurs tiges hautes et rigides forment des massifs difficilement pénétrables, ce qui entrave la circulation le long des berges et l'utilisation des zones envahies. Les renouées asiatiques peuvent déstructurer les frayères et fragiliser les berges. Leur système rhizomateux comprend en effet peu de racines adventives et retient peu les terres. Durant l'hiver, ces plantes laissent le sol à nu le rendant sensible à l'érosion.

En ce qui concerne la faune, l'invasion par les renouées asiatiques entraînerait une diminution significative des effectifs d'invertébrés, impact variable selon l'espèce considérée.



PARTIE II : principes et techniques de la gestion



Considérations générales à la réalisation de gestions

La mise en place d'un chantier de gestion dépend de plusieurs facteurs comme l'**espèce présente**, le **lieu envahi**, l'**échelle des opérations de gestion** et le **budget disponible**. Il doit également tenir compte du **cadre législatif** et prévoir dans certaines situations des **actions d'information et de sensibilisation**. Ces différents aspects sont développés dans les chapitres ci-dessous.

Connaissance des populations existantes

Une description détaillée du site envahi est primordiale à la planification de la gestion (choix de la méthode de gestion, sélection des sites d'intervention prioritaires, etc.). Cette connaissance est acquise par une visite sur le terrain ou par l'intermédiaire de la réalisation d'un inventaire lorsque la zone à gérer est étendue. Lorsqu'un inventaire doit être réalisé, il faut en assurer une bonne coordination (Contrats de rivière, PCDN, bénévoles, etc.). Les données doivent être prélevées selon le même format en vue d'obtenir une information homogène et de simplifier le travail de centralisation de l'information par la suite. Il est conseillé de confier la centralisation à une personne bien identifiée.

La collecte des données porte sur la prise de renseignements utiles à l'organisation de la gestion (espèce, taille de la population, accès, praticabilité du terrain, gestionnaire compétent, etc.). Cette prospection de terrain permet ainsi d'identifier les moyens nécessaires et les freins à la gestion.

Echelle du projet de gestion et budget

Une opération de gestion peut être réalisée sur un site précis ou idéalement être intégrée dans le cadre d'une stratégie de gestion à plus grande échelle (Parc naturel, bassin-versant, commune, etc.). Le choix de l'échelle de travail est tributaire des moyens et budgets disponibles. De plus, toute opération de gestion doit être répétée au moins une fois sur l'année et poursuivie pendant plusieurs années. Cette pérennité de l'action doit être prise en compte lors de la planification du travail pour assurer un résultat.

Il est important de respecter les limites territoriales et les compétences de chaque catégorie de gestionnaires. Dans le cas d'une organisation d'opérations bénévoles, les gestionnaires des territoires doivent être consultés pour avis et accord. Toutes les précautions doivent aussi être prises pour protéger les personnes et les couvrir en cas d'incident.

Lorsque plusieurs gestionnaires sont impliqués, un grand soin doit d'ailleurs être apporté à la collaboration et à la coordination des opérations de gestion (réunions, états des lieux, etc.). Un travail coordonné est plus efficace et permet de réduire les coûts des chantiers (achats de matériel groupé, etc.).

Budget disponible

Le devenir des résidus de gestion doit également être planifié au préalable en fonction de l'espèce, du site et de la quantité de résidus à considérer. Cette étape peut générer des coûts considérables. Est-il envisageable et possible de stocker les résidus sur place ou est-il nécessaire de les exporter? Dans le cas d'une exportation, des véhicules bâchés doivent être prévus de même qu'un site de stockage. Le transport vers un incinérateur peut être envisagé mais ce traitement implique un coût à considérer dans le calcul du budget global de la gestion.

Dans le cas d'opérations de gestion locales et de budgets limités, certaines espèces peuvent être considérées comme prioritaires car leur présence engendre un impact négatif important. Par exemple, la présence de berce du Caucase à proximité d'habitations, d'une plaine de jeu ou le long d'un RAVeL, en comparaison à un massif de renouées asiatiques en bordure d'un terrain vague ou encore situées en aval d'un bassin-versant. Cette évaluation est à réaliser au cas par cas. Il permet au gestionnaire de donner un ordre de priorité aux différentes tâches qu'il doit réaliser et de répartir ses budgets en conséquence.



Cadre légal

Contexte

Ce chapitre vise à synthétiser et souligner les aspects légaux importants à prendre en considération lors de la mise en place de gestions. Cette synthèse s'inspire largement des documents suivants :

- **Ministère de la Région wallonne - Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement. 1997. Guide juridique relatif aux cours d'eau non navigables. DGRNE. 210p. (En cours de révision).**

- **Documents juridiques disponibles sur <http://environnement.wallonie.be/aerw/dgrne/index.htm>**

Les réglementations principales sont mentionnées dans le tableau 1 et développées dans les chapitres suivants. Régulièrement, la population à gérer s'étend sur des territoires régis par d'autres réglementations que celles en vigueur le long des cours d'eau. Le tableau reprend par conséquent quelques extraits de la législation en application le long des voies publiques et de chemin de fer.

Tableau 1. Réglementations principales dans le cadre de la gestion de plantes exotiques envahissantes le long des cours d'eau, voies publiques et chemins de fer (Dewitte, 2007).

Législations et règlements	Niveau européen	Niveau fédéral	Niveau régional	Niveau provincial	Niveau communal
Cours d'eau navigables	Directive 2000/60/CE ¹	-	-	Dépend de la Province	Dépend de la commune
Cours d'eau non navigables	Directive 2000/60/CE	Loi 28/12/1967 ² , AR 05/08/1970 ³	-		
Législation distance de plantation :			Code rural : Art. 30, 35, 35 bis, 37		
a. Le long des voies publiques	-	-	Circulaire 13/05/1993 ⁴		
b. Le long des cours d'eau et points d'eau	-	-	Loi 12/07/1973 ⁵ , Décret du 11/04/1984 ⁶		
c. Le long des voies de chemin de fer	-	Loi 25/07/1891 ⁷ Art.2			
Législation générale herbicides	Directive 91/414/CEE ⁸	AR 28/02/1994 ⁹ et AM du 25/08/2004 ¹⁰	AERW 27/01/1984 ¹¹ , Code de l'eau		
			15/07/2008 Code Forestier		
			AGW 27/05/2009		

¹ Directive du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

² Loi relative aux cours d'eau non navigables.

³ Arrêté royal portant règlement général de police des cours d'eau non navigables.

⁴ Circulaire relative aux zones le long des bords de route.

⁵ Loi sur la conservation de la nature.

⁶ Décret complétant la loi du 12 juillet 1973 sur la conservation de la nature par des dispositions particulières pour la Région wallonne.

⁷ Loi sur la police des chemins de fer et sanctions pénales.

⁸ Directive 91/414/CEE du Conseil, du 15 juillet 1991, concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.

⁹ Arrêté royal relatif à la conservation, à la mise sur le marché et à l'utilisation des pesticides à usage agricole.

¹⁰ Arrêté ministériel relatif au contrôle obligatoire des pulvérisateurs.

¹¹ Arrêté de l'Exécutif régional wallon portant interdiction de l'emploi d'herbicides sur certains biens publics.



A l'heure actuelle, aucune législation spécifique ne régit la gestion des plantes exotiques envahissantes. Il n'existe aucune obligation de gérer ces plantes, pour le moment. Toutefois, toute opération de gestion réalisée en milieu riverain est concernée par une série de réglementations dont il faut tenir compte. Il s'agit principalement de la **classification des cours d'eau**, du respect des **compétences des gestionnaires**, des **conséquences de la riveraineté** et des **distances de plantations**. Ces différentes thématiques sont développées dans les chapitres ci-dessous.

Classification des cours d'eau

Il n'existe pas de définition officielle d'un cours d'eau dans le cadre législatif. Il est généralement admis qu'on peut parler de cours d'eau :

- 1) Lorsqu'il y a présence d'eau en mouvement que ce soit de manière continue ou interrompue et quelle qu'en soit l'origine;
- 2) Lorsque l'eau s'écoule dans un lit permanent naturel ou artificiel qui permet l'écoulement d'eaux naturelles.

Lorsque ces deux conditions sont remplies, la législation relative aux cours d'eau est d'application (Un étang peut par conséquent être classé en tant que cours d'eau s'il reçoit en amont les eaux d'un ou plusieurs cours d'eau naturels et communique en aval avec un cours d'eau naturel).

D'un point de vue administratif, les cours d'eau sont répartis selon la **classification** suivante :

b. **Les cours d'eau navigables** : cours d'eau classés comme tels par le Gouvernement régional. Ils appartiennent au domaine public de la Région wallonne. Les particuliers n'y ont d'autres droits que ceux attribués à titre précaire par l'autorité gestionnaire.

b. **Les cours d'eau non navigables** :

- **1^{ère} catégorie** : parties des cours d'eau non navigables, en aval du point où leur sous-bassin hydrographique atteint 5000 ha.
- **2^{ème} catégorie** : parties des cours d'eau non navigables, cours d'eau ou partie de ceux-ci qui ne font partie ni de la 1^{ère} ni de la 3^{ème} catégorie.
- **3^{ème} catégorie** : cours d'eau non navigables ou partie de ceux-ci, à partir du point où leur sous-bassin hydrographique atteint au moins 100 ha tant qu'il n'a pas atteint la limite de la commune où est situé ce point.
- **Cours d'eau non classés** : entre la source et le point où le bassin du cours d'eau naissant atteint 100 ha.

Compétences des gestionnaires

La classification des cours d'eau conditionne la réglementation et la répartition des compétences des gestionnaires :

- cours d'eau navigables : SPW - DGO2 (Direction générale opérationnelle Mobilité et Voies hydrauliques) ;
- cours d'eau de 1^{ère} catégorie : SPW - DGO3 (Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) ;
- cours d'eau de 2^{ème} catégorie : Provinces ;
- cours d'eau de 3^{ème} catégorie : Communes ;
- cours d'eau non classés : propriétaires riverains, en conformité avec les règlements provinciaux.



Une description des cours d'eau navigables est disponible auprès de la Direction générale opérationnelle Mobilité et Voies hydrauliques (<http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/vn/carte/index.html>) tandis que la classification des cours d'eau non navigables est détaillée dans l'« Atlas des cours d'eau non navigables en Région wallonne » (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/atlasceenn/>).

Riveraineté

La **rive** et la **berge** ne sont pas définies légalement. De manière générale, les définitions suivantes peuvent être d'application :

- **Berge** : talus situé de part et d'autre du plafond du cours d'eau, limité à l'intérieur des terres par la crête de la berge. La crête de la berge est la ligne reliant les points au-delà desquels les eaux débordent dans la plaine d'inondation à l'occasion des crues ;
- **Rive** : bande de terre exhaussee d'un cours d'eau, s'étirant plus ou moins loin, de la crête de la berge vers l'intérieur des terres. En général, cette bande de terre est sensiblement horizontale.

La distinction de ces deux éléments structurels est importante dans la délimitation de la riveraineté et du droit de passage, entre autres. Ainsi, la berge appartient au gestionnaire et la rive au propriétaire des terres contiguës. Tout gestionnaire doit par conséquent demander une autorisation au riverain pour aller gérer une population d'une plante exotique envahissante qui se situe en partie sur la rive.

Les berges des cours d'eau classés non navigables sont propriété des gestionnaires, les végétaux y poussant également (arbres, nivellement, par exemple). Le riverain n'a, par conséquent, pas le droit de réaliser tout ce qu'il désire sur les berges excepté sur obtention d'un permis d'urbanisme. Le riverain a également certaines obligations :

- Le riverain doit laisser passage aux agents de l'administration et aux autres gestionnaires chargés d'exécuter des travaux.
- Le riverain ne peut pas dégrader ni affaiblir de quelque manière que ce soit les berges ou les digues.
- Le riverain ne peut labourer, herser, bêcher ou ameubler la bande terre d'une largeur de 0,5 m mesurée à partir de la crête de la berge vers l'intérieur des terres.

Dans le cas d'abattage d'arbres, le riverain devra obtenir un permis d'urbanisme.

Distances de plantations

Les distances de plantations sont à considérer dans le cadre de la gestion des renouées asiatiques, impliquant la plantation d'essences arbustives ou arborescentes (aulnes, saules, noisetier,...) destinées à entrer en compétition avec les espèces invasives en place.

D'après le Code rural, une distance de 2 m par rapport à la limite de la propriété doit être respectée pour les arbres à haute tige et une distance de 0,5 m pour les autres arbres (< 3 m de haut) et haies vives.

Par « haies vives » est entendue toute plantation d'essence ligneuse destinée à subir des tailles rigoureuses et périodiques de façon à être maintenue à hauteur et épaisseur voulues. La plantation doit avoir la forme d'une haie, c'est-à-dire plantée en alignement et à faible écartement. Les tapis et les boutures de saules ne peuvent être repris dans cette définition. Ils sont taillés pour conserver leur forme buissonnante, plantés en grande densité mais en massif de manière non alignée.

Pour les arbres à haute et basse tige, la majeure partie de la jurisprudence les distingue en tenant compte de la hauteur à laquelle les ligneux sont capables de pousser si on les laisse se développer normalement et non de la hauteur à laquelle ils peuvent être maintenus dans certaines situations. Les arbres sont considérés comme haute tige à partir du moment où ils ont une hauteur théorique dépassant 3 m. Les saules utilisés jusqu'à présent dans la gestion des renouées asiatiques sont donc considérés comme des arbres à haute tige.



La loi de la conservation de la nature du 12/07/1973 interdit toute plantation ou développement des semis de feuillus ou la réalisation de plantations forestières à moins de deux mètres des berges des cours d'eau navigables ou d'un étang, et à six mètres des limites de propriété, en zone agricole. Il n'y a pas d'interdiction pour les cours d'eau non navigables.

En ce qui concerne les cours d'eau navigables, il est interdit de procéder à une plantation sans avoir fait tracer la limite du domaine public et toute plantation d'arbres à haute tige ne peut être effectuée à moins de 2 m de cette limite, sans préjudice d'éventuelles servitudes de halage et marchepieds.

Certains règlements provinciaux traitent également des distances de plantation pour les cours d'eau concernés:

- Province du Hainaut : aucune construction ou plantation ne peut être réalisée à moins de 2 m à compter de la berge d'un cours d'eau non classé.
- Province de Liège : aucune construction de murs ou de bâtiments, ni aucune plantation d'arbres ne peuvent être réalisées en bordure d'un cours d'eau sans autorisation préalable du Conseil communal, qui fixe l'alignement sur avis de l'Ingénieur en Chef-Directeur du Service technique provincial. Pour les plantations, cet alignement est fixé à 3 m de la crête de la berge du cours d'eau. Cette distance est portée à 6 m dans le cas d'une plantation de résineux.
- Province du Brabant wallon : aucune plantation ne peut être faite à moins de 2 m de la crête de berge d'un cours d'eau. Il est également défendu, sans autorisation écrite, de faire une plantation à moins de 4m des mêmes cours d'eau.
- Province de Namur : aucune plantation sur une bande d'une largeur de 2 m à compter du sommet de la berge ne peut être effectuée sans l'autorisation préalable du collège du Bourgmestre et Echevins.
- Province du Luxembourg : aucune plantation ne peut être effectuée sur une bande d'une largeur de 2 m à compter de la crête de la berge sans autorisation à l'exception des aulnes, saules et frênes pouvant être plantés en crête de berge. Les distances de plantation sont soumises à une demande d'autorisation pour les peupliers.

Au niveau communal, le règlement d'urbanisme peut imposer d'autres distances de plantations, sur base des articles 76 et 78 du CWATUP.

En ce qui concerne les bords de route, la circulaire du 13/05/1993 lance les bases de la législation. Les bords de route comprennent une première zone dite « de sécurité » où se situent les panneaux de circulation et une seconde plus éloignée. La première zone fait l'objet de contraintes beaucoup plus sévères quant à la plantation d'arbres. Des règlements provinciaux viennent ensuite préciser les distances et les conditions de plantations pour les arbres et les haies le long des chemins vicinaux.

Concernant les abords des voies ferrées, l'article 2 de la loi du 25/07/1891 fixe les distances de plantation. Les arbres ne peuvent être plantés à moins de 6m du franc bord de la ligne de chemin de fer. Le « franc bord » est un point théorique situé à 1,5 m du talus extérieur ou de la crête du talus en cas de différence de niveau.

Emploi d'herbicides

L'emploi d'herbicides est interdit en Région wallonne (AERW 27/01/1984) :

- sur les accotements, talus, bernes et autres terrains du domaine public faisant partie de la voirie ou y attenants, en ce compris les autoroutes ;
- dans les parcs publics ;



- sur les terrains dont une autorité publique est propriétaire, usufruitière, emphytéote ou superficière, soit qu'ils fassent partie du domaine public, soit qu'ils n'en fassent pas partie, lorsque ces terrains sont :
 - utilisés par l'autorité publique à une fin d'utilité publique, en ce compris les réserves domaniales et forestières ;
 - attenants à un bâtiment utilisé par l'autorité publique, à des fins d'utilité publique, tels que notamment les terrains d'établissements pénitentiaires, d'écoles publiques et d'abattoirs publics ;
- sur les cours d'eau, étangs, et lacs et leurs rives lorsqu'ils font partie du domaine public.

L'emploi d'herbicides est toutefois autorisé pour désherber :

- les espaces pavés ou recouverts de gravier ;
- les espaces situés à moins d'1 m d'une voie de chemin de fer ;
- les allées de cimetières.

Selon le Code Forestier (art. 42), toute utilisation d'herbicides, fongicides et insecticides est interdite, sauf les exceptions fixées par le Gouvernement. L'article 23 de l'AGW (27/05/09) renseigne les exceptions du Gouvernement, à savoir :

1° pour permettre, par une application localisée et ponctuelle à l'aide de produits à faible rémanence, une régénération naturelle et artificielle afin de lutter contre la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et la ronce (*Rubus fruticosus*) et pour protéger des jeunes plants de moins de trois ans contre les graminées en boisement de terres agricoles;

2° dans les pépinières accessoires des bois et forêts au sens de l'article 2, alinéa 2, 1° du Code forestier, les vergers à graines et les parcs à pieds-mères;

3° dans le cadre de la lutte contre les espèces exotiques envahissantes et pour autant que la surface à traiter dépasse 5 ares.

L'utilisation des herbicides et insecticides prévue aux alinéas 1^{er} et 2 n'est autorisée qu'au-delà de douze mètres de part et d'autre des cours d'eau et des zones de source à l'exception de la lutte contre les espèces exotiques envahissantes.

L'Exécutif régional wallon, sur proposition du Ministre de la Région wallonne ayant la conservation de la nature dans ses attributions, peut par dérogation à l'article 2, autoriser par voie réglementaire l'emploi d'herbicides sur certains biens publics et après avis du Conseil supérieur wallon de la Conservation de la Nature.

Information et sensibilisation

Dans le cadre d'opérations de gestion réalisées en milieu fréquenté par le public, des outils d'information et de sensibilisation doivent être prévus afin d'assurer la transparence de l'action, de sensibiliser le public et par conséquent de favoriser une bonne perception de l'opération. Il est effectivement parfois difficile de comprendre pour quelles raisons des plantes « sauvages » dont les fleurs sont un ravissement sont arrachées. Informer le public est également important lorsque les résidus de gestion sont laissés sur place, ce qui ne constitue pas un spectacle très esthétique pendant quelques semaines et peut susciter des interrogations et l'incompréhension. Ces résidus peuvent également encourager les dépôts sauvages de déchets verts par les particuliers.

Le personnel tant professionnel que bénévole doit être formé avant la réalisation des inventaires ou des chantiers à la reconnaissance des espèces et aux particularités de leur gestion. Il a été démontré lors des tests de gestion dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe qu'un accompagnateur doit être présent sur le terrain pour veiller à ce que les consignes soient bien respectées.

Une réunion de clôture, permettant de faire le point sur les actions et de partager les expériences des différentes équipes, est également très motivante et fédératrice. Assurer la diffusion des résultats des gestions tant auprès du public que des gestionnaires permet en effet de conserver la motivation des équipes et de suivre la progression de la tâche.



Méthodes de gestion des espèces concernées par le guide

Les méthodes de gestion décrites ci-dessous résultent de tests de gestion suivis à l'échelle de la population pendant trois ans. Dans le cas de la balsamine de l'Himalaya et de la berce du Caucase, des essais de gestion à plus grande échelle ont également été menés dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe (Ghyselinck et *al.*, 2008). Ils y sont également mentionnés à titre de comparaison.

L'efficacité des techniques, le détail des coûts et des rendements sont présentés.

La balsamine de l'Himalaya

1. Méthodes de gestion

Deux méthodes sont préconisées pour gérer la balsamine de l'Himalaya: la **fauche** et l'**arrachage**. De manière générale, et dans la mesure du possible, l'arrachage sera préféré à la fauche car plus sélectif. Les deux techniques peuvent bien entendu être combinées pour donner une gestion rapide et soignée.

a. La fauche

La fauche peut être réalisée avec une débroussailleuse à tête araignée multifils ou à lame trident professionnelle (photo 29) ou à l'aide d'outils bien aiguisés (serpe italienne, etc.) voire un taille-haie. Lors de la fauche, il est impératif de couper les tiges en dessous du premier nœud. En effet, la plante peut facilement générer de nouvelles racines et de nouvelles tiges au départ de chaque nœud (photo 30). Il est conseillé d'éviter de sectionner les tiges à plusieurs reprises en réalisant des passages aller-retour avec le fil. Pour limiter la formation de nouvelles tiges, un arrachage après fauche peut s'avérer utile.

Il est envisagé de gérer par la fauche lorsque les populations rencontrées sont trop importantes et denses, la technique étant non-sélective.

b. L'arrachage

Lors de l'arrachage, il est important d'arracher l'entièreté de la plante. Cette opération n'est pas forcément facile car les tiges sont cassantes et souvent enracinées en plusieurs points (photos 31 et 32). Toutefois, tous les fragments doivent impérativement être prélevés sous peine de voir de nouvelles floraisons apparaître au départ de ceux-ci.



Photo 29 : Opération de fauchage de la balsamine de l'Himalaya



Photo 30 : Reprise d'une tige florifère de balsamine de l'Himalaya fauché au dessus du 1^{er} nœud, 1 mois après gestion



Photos 31 - 32 : Racines adventives se formant au niveau des nœuds et engendrant un enracinement à points multiples chez la balsamine de l'Himalaya

2. Spécificités de la gestion

La balsamine de l'Himalaya est une espèce annuelle se reproduisant par graines. L'éradication d'une population de balsamines de l'Himalaya peut par conséquent être obtenue en supprimant les plantes présentes sur le site tout en évitant que de nouvelles graines ne soient dispersées. Les éléments de dissémination, s'ils ne sont pas supprimés correctement, continueront à contaminer le site, mais pourront également atteindre de nouvelles stations et donner naissance à de nouvelles populations. La réussite de la gestion dépend par conséquent grandement du respect de cette consigne.

Une fois les individus supprimés, de nouveaux individus peuvent germer l'année suivante au départ des graines produites précédemment et ayant subsisté dans le sol à l'état de dormance. Elles constituent la banque de graines du sol. Dans le cas de la balsamine de l'Himalaya, les graines contenues dans le sol conservent leur pouvoir de germination pendant 2 à 3 ans. Les opérations de gestion devront par conséquent être répétées trois années successives, le temps d'épuiser le stock grainier du sol. Il est important de mener la gestion correctement, avec le même soin, jusqu'à terme si on veut garantir de bons résultats. En effet, quelques nouvelles graines dispersées suffiront à relancer le processus de colonisation du milieu et rallonger par conséquent le temps global de gestion.

Une population peut présenter des individus ayant atteint un stade moins avancé au moment de la gestion. Certains individus peuvent par conséquent fleurir de manière différée. La balsamine de l'Himalaya possède de plus une capacité de bouturage au départ des nœuds des tiges : des racines adventives peuvent être produites à leur niveau (photos 31 et 32). Ces floraisons tardives et ce potentiel de régénérations végétatives conditionnent directement la manière d'appliquer les techniques de gestion. Il est en effet capital de réaliser un second passage 3 semaines après la première opération de gestion. L'intervalle de temps entre 2 gestions peut être écourté dans la mesure où le site géré se situe à un endroit stratégique du programme de gestion (cf. fin du paragraphe 7).

3. Devenir des résidus de gestion

Les résidus de gestion peuvent être exportés pour séchage et/ou incinération (consulter le Code rural, Règlement communal en vigueur, etc.) dans un endroit propice ou être stockés sur le site même (photo 33). En cas d'exportation (par ex. : Centre d'Enfouissement Technique), le convoi doit être correctement bâché.

Si les résidus sont conservés sur le site géré, ils doivent être regroupés en amas permettant le séchage. Les amas doivent alors être situés en dehors des zones inondables.

Dans le cas de tiges arrachées, les racines doivent être dénudées de toute terre pour accélérer le séchage, pour éviter de conserver un taux d'humidité suffisant au maintien de la plante jusqu'à la maturation des capsules.

Il se peut, malgré un suivi strict de l'ensemble des recommandations, que les graines puissent arriver à maturité au sein des amas. Dans ce cas, il est primordial de couper les inflorescences et d'extraire la (les) tige(s) étant à la source du problème (photo 34). Si besoin en est, il est nécessaire de brûler l'amas.

Le compostage (mélange avec d'autres espèces végétales et terre) est à éviter car des tiges florifères peuvent se former.



Photos 33 - 34 : Amas de balsamines de l'Himalaya, repousse de tiges florifères malgré une décomposition avancée un mois après gestion

4. Efficacité et coûts

L'efficacité observée après deux ans de gestion et les coûts associés à l'échelle de la population sont présentés dans le tableau 2. L'arrachage est la technique donnant les meilleurs résultats mais la plus coûteuse en main-d'œuvre puisque plus lente à réaliser. La fauche (débranchailleuse) donne également de bons résultats. Dans le cas de la fauche, il est probable que les efficacités mentionnées sous-estiment le potentiel de la méthode car les sites inclus dans les essais ont été pollués par des apports de graines extérieures la seconde année (2008). En vue de tenter de réduire les années de gestion sur certains sites, une proposition de gestion non testée est suggérée au paragraphe 7.

Tableau 2. Efficacité (pourcentage de réduction de l'effectif par rapport à l'effectif initial), coûts surfaciques (€/100 m²) et fourchette des coûts (€/100 m²) d'une gestion de deux ans de la balsamine de l'Himalaya

Technique	Efficacité	C 100 m ²	Min - Max
Arrachage (n = 3)	100	221	101 - 378
Fauche (n = 3)	87	60	45 - 108

Ces coûts peuvent être comparés aux coûts des gestions menées en 2008, à plus grande échelle, dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe (tableau 3). Le détail des coûts du premier et du second passage est présenté dans le tableau 4. La main-d'œuvre représente la composante la plus importante des coûts. Les rendements des gestions à l'échelle du test ou en conditions réelles sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 3. Coûts engendrés par les gestions de la balsamine de l'Himalaya dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe en 2008, d'après l'espèce et le gestionnaire. « Km » : distance parcourue, « m² » : surface estimée à partir de 3,75 m de berge envahie, « n » : nombre d'heures de gestion, « CT » : coût total (€), « C Km » : coût kilométrique linéaire (€/km), « C 100 m² » : coût surfacique (€/100 m²), « R » : rendement (m²/ (h.homme)), « m » : moyenne (Ghyselinck et al., 2008)

Gestionnaire	Km	m ²	n	CT	C Km	C 100 m ²	R
Communes (n = 4)	32,41	243075	653	23508	725	9,7	372
DCENN	29,82	223650	592	21312	715	9,5	378
DST-Lux	23,42	175650	287	10332	441	5,9	612
MET	1,25	9375	136	4896	3917	52,2	69
LIFE	16,85	126375	976	35136	2085	27,8	129
Total	103,75	778125	2644	95184	917 (m)	12,2 (m)	294 (m)



Tableau 4. Comparaison des coûts (€) du premier (P1) et du second passage (P2) lors de la gestion de la balsamine de l'Himalaya en 2008, dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe (Ghyselinck *et al.*, 2008)

	Jours		Heures		Coût (€)	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Détail	21	6	723,8	190,5	12224,0	3256,1
Total	27		914,3		15480,1	
Proportion (%)	77,8	22,2	79,2	20,8	79,0	21,0

Le second passage ne représente qu'un surcoût de 25 % environ alors qu'il est capital pour assurer l'efficacité des gestions.

Tableau 5. Comparaison des rendements (m²/ (h.homme)) lors de la gestion de la balsamine de l'Himalaya. Comparaison entre les tests et les gestions à grande échelle, d'après le gestionnaire.
« m » : moyenne (Ghyselinck *et al.*, 2008).

	Fauche		Arrachage	
	m	Min - Max	m	Min - Max
Essais (année 1)	68,7	44,2 – 88,1	28,8	12,1 - 44,2
Essais (année 2)	474,5	134,8 - 935,1	105,4	45 - 165,8
Grande échelle	228,6	-	175,8	-

On peut constater qu'il existe une différence importante entre les estimations de coûts en main-d'œuvre (et donc indirectement des rendements) lors des gestions à l'échelle de la population la 1^{ère} année ou à plus grande échelle. Cet écart s'explique par le fait qu'à l'échelle de la population, la surface gérée était calculée sur base d'un couvert dense en balsamines de l'Himalaya alors qu'à grande échelle les surfaces envahies et non envahies ont été prises en compte dans le calcul. Les coûts unitaires en matériel et en main-d'œuvre sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6. Coûts unitaires indicatifs HTVA (€/ (heure)) du matériel (location) et de la main-d'œuvre pour la gestion de la balsamine de l'Himalaya

Produit	Prix (€)
Débroussailleuse	2
Camion	50
Main-d'œuvre	36

5. Calendrier des opérations de gestion

La période optimale de travail pour la balsamine de l'Himalaya est la période de floraison avant la formation des fruits. La présence des fleurs facilite en effet leur repérage dans le paysage. La floraison débute généralement dans le courant de la seconde moitié de juin. Toutefois, en fonction des conditions climatiques de l'année et du site (ensoleillement, nature du sol, etc.), la floraison peut être différée et ne se produire qu'à la première moitié du mois de juillet. Cette caractéristique peut rendre difficile la planification des chantiers, surtout lorsque la gestion est menée sur plusieurs sites simultanément. Les graines sont produites en grand nombre et arrivent à maturité environ deux semaines après la floraison. Cela laisse une période relativement courte pour réaliser les gestions. Pour rappel, il est capital de réaliser un second passage 3 semaines après la première opération de gestion. Ce second passage intègre la gestion et la vérification des amas réalisés 3 semaines plus tôt.



La première année de gestion, un troisième passage est nécessaire en vue d'éliminer les individus pouvant arriver à fructification suite à l'éclaircie engendrée par les gestions précédentes. Ce troisième passage intègre la gestion et la vérification des amas réalisés 3 semaines et 6 semaines plus tôt. Un quatrième passage, facultatif mais utile, peut être réalisé pour éliminer les derniers individus oubliés ou à floraison tardive.

Le calendrier des opérations de gestion est présenté en figure 1.

Une proposition de gestion non testée est suggérée pour les sites prioritaires en fin du paragraphe 7.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Fauche - Arrachage	Année 1						1 ^{er} passage						
								2 ^{ème} passage					
									3 ^{ème} passage				
										4 ^{ème} passage (facultatif)			
Fauche - Arrachage	Année 2						1 ^{er} passage						
								2 ^{ème} passage					
									3 ^{ème} passage (facultatif)				

Figure 1. Calendrier des opérations de gestion de la balsamine de l'Himalaya

6. Prévention

La prévention doit être entreprise par l'intermédiaire d'une surveillance des sites jugés sensibles. Il est important de gérer la balsamine de l'Himalaya dès son apparition, lorsque les effectifs sont encore faibles. Plus les populations sont petites plus la gestion sera rapide et peu coûteuse.

Les graines présentes à l'état de dormance dans le sol peuvent germer dès que les conditions extérieures deviennent favorables. Par conséquent, une population peut s'installer rapidement sur un site où la balsamine de l'Himalaya était absente, après un changement important des conditions stationnelles. L'exemple le plus fréquent est l'émergence d'une population de balsamines de l'Himalaya suite à la mise à blanc d'une peupleraie ou l'ouverture d'un fond de vallée. Les gestionnaires doivent par conséquent identifier des zones potentiellement vulnérables en fonction des opérations de gestion réalisées.



7. Conception du plan de gestion

La mise en place d'une opération de gestion de la balsamine de l'Himalaya comprend les étapes suivantes :

- 1) Description des populations ciblées
- 2) Choix de la technique de gestion
- 3) Hiérarchisation des priorités de gestion

Description des populations ciblées

Lorsqu'un site de gestion a été identifié, il est important de décrire la population présente ainsi que l'environnement dans lequel elle se situe. Ces observations permettront d'estimer les moyens nécessaires au chantier.

Il est nécessaire de vérifier l'éventuelle présence d'autres populations à proximité du site (en amont, etc.). Ces populations pourraient en effet continuer d'alimenter le site en graines et compromettre l'efficacité des gestions. Les graines de balsamine de l'Himalaya restent viables dans l'eau pendant plusieurs jours (Lejeune, 2007), ce qui leur permet d'être véhiculées par le courant du cours d'eau pour être déposées plus en aval, lors du retrait des eaux de crues par exemple. Ces graines peuvent alors donner naissance à de nouvelles populations ou alimenter en graines des populations déjà existantes. Pour cette raison, si des populations sont présentes aux alentours, il est impératif de les gérer également.

Choix de la technique de gestion

Les deux techniques de gestion présentées sont efficaces. Elles peuvent être utilisées en combinaison pour assurer un travail plus rapide et soigné.

Hiérarchisation des priorités de gestion

Idéalement, il est conseillé de gérer toutes les populations de balsamines de l'Himalaya sur un tronçon puisque l'espèce est relativement simple à gérer et que chaque population peut rapidement atteindre des effectifs importants.

Si les budgets ou la main-d'œuvre disponibles ne permettent pas de gérer l'ensemble des populations ciblées, les populations-sources (par ex. : population en amont d'un sous-bassin hydrographique) doivent être gérées en priorité en vue d'arrêter l'approvisionnement en graines. D'année en année, le gestionnaire pourra couvrir des tronçons de plus en plus importants, le travail en amont se limitant alors aux surveillances pour s'assurer que les populations sont bel et bien éradiquées.

Proposition de gestion pour les sites prioritaires

Pour les sites prioritaires (populations-sources, SGIB¹, etc.), une intensification de la fréquence de passages (> trois passages/an) est conseillée sachant qu'un seul plant de balsamine de l'Himalaya oublié peut produire jusqu'à 800 plants potentiels l'année suivante. Un intervalle de 2 semaines est suggéré.

Si le site géré est isolé de toute source extérieure en graines, il est important de traiter la population de balsamines de l'Himalaya dans son intégralité pour endiguer rapidement l'invasion. Dans ce cas de figure, plus de 3 passages peuvent, là aussi, être préconisés. Un intervalle de temps de 2 semaines entre chaque opération de gestion est conseillé.

Cette proposition de gestion permet de limiter les années de gestion et minimise les sources en graines venant de l'amont.

¹ SGIB : Site de Grand Intérêt Biologique

Résumé

La balsamine de l'Himalaya est une espèce annuelle se reproduisant par graines, facile à gérer par la fauche ou l'arrachage. Il est conseillé de gérer rapidement les petites populations en vue d'éviter qu'elles n'atteignent des effectifs plus importants, qui seront plus coûteux à traiter. Dans le cas d'une gestion partielle d'un tronçon, les populations situées en amont du sous-bassin hydrographique doivent être gérées en priorité.

Ne pas faire

- Ne pas planter, semer ni distribuer
- Ne pas traiter chimiquement en bordure de cours d'eau ou en zone naturelle préservée
- Ne pas débroussailler au-dessus du premier nœud/Ne pas arracher qu'une partie de la plante
- Ne pas jeter les résidus de fauche dans la nature ou dans la rivière
- Ne pas stocker les résidus de fauche en milieu fermé sans surveillance
- Ne pas transporter les résidus de gestion non correctement couverts
- Ne pas composter
- Ne pas déplacer les terres contaminées

A faire

- Gérer la plante en fleurs mais **avant** la formation des graines (fin juin/début juillet)
- **Arracher** l'entièreté de la plante ou **faucher** en dessous du premier nœud afin d'éviter toutes reprises au niveau des nœuds
- **Arracher** tout plant mal fauché
- **Enlever la terre** des racines avant le rassemblement (accélération du séchage)
- **Rassembler** les balsamines de l'Himalaya coupées ou arrachées en un amas en **milieu ouvert** et en **dehors des zones inondables**
- Réaliser une **2^{ème} gestion 3 semaines plus tard** et s'assurer du séchage complet des résidus de gestion issus de la première gestion
- Durant la 2^{ème} gestion, **couper** toutes nouvelles tiges florifères et **extraire** les tiges problématiques au sein des **amas** ; **brûler** si nécessaire
- La 1^{ère} année de gestion, réaliser une **3^{ème} gestion 3 semaines plus tard** et s'assurer du séchage complet des résidus de gestion issus de la 1^{ère} et de la 2^{ème} gestions
- **Répéter** la gestion pendant **plusieurs années successives**
- Pour les **sites prioritaires**, gérer par intervalle de 2 semaines



La berce du Caucase

1. Méthode de gestion

Trois méthodes ont été testées dans le cadre des essais : la coupe des ombelles, la fauche rase et la coupe sous le collet.

La coupe des ombelles et la fauche rase ont été rejetées car elles présentent une exposition à la sève trop dangereuse pour le manipulateur, des risques de repousse après gestion et donc production de graines (photos 35 et 36). Plusieurs floraisons échelonnées ont pu être observées sur un plant suite à plusieurs coupes de l'ombelle ; des floraisons l'année suivante ont aussi été observées même si l'espèce est reconnue comme étant monocarpique c.-à-d. ne fleurissant qu'une fois dans sa vie. Cette observation n'est pas issue de tests mais montre bien la nécessité de ne pas recourir à ces techniques.

La seule technique testée permettant d'éviter ces secondes floraisons et de limiter les projections de sève photosensibilisante est la **coupe sous le collet**.



Photos 35 - 36. Exemples de repousses après gestion par la fauche

La coupe sous le collet consiste en une coupe franche et oblique de la racine, sous le collet, à une profondeur de 10-15 cm dans le sol et à l'extraction de l'ensemble de la plante (figure 2). L'outil le plus adéquat dépend de la structure du sol : sur sol meuble la coupe peut être réalisée à l'aide d'une bêche terrassière ou d'une rasette de bûcheron alors que sur sol caillouteux, la houe (houe à vigne conseillée), la pioche de cantonnier ou la rasette de bûcheron (photo 40) seront préférées. Le sol rencontré en bord de berge étant le plus souvent caillouteux, la bêche terrassière a été écartée.

Il est nécessaire de s'assurer que la racine ait été sectionnée suffisamment profondément. Selon la structure du sol, la racine peut être pivotante à traçante, ce qui affecte la profondeur et la difficulté de la coupe (photos 37 et 38). Le sol recouvre régulièrement une bonne partie de la tige au-dessus du collet.



Photos 37 - 38. Comparaison de la morphologie de la racine de la berce du Caucase en fonction de la structure du sol, meuble (gauche) ou caillouteuse (droite)

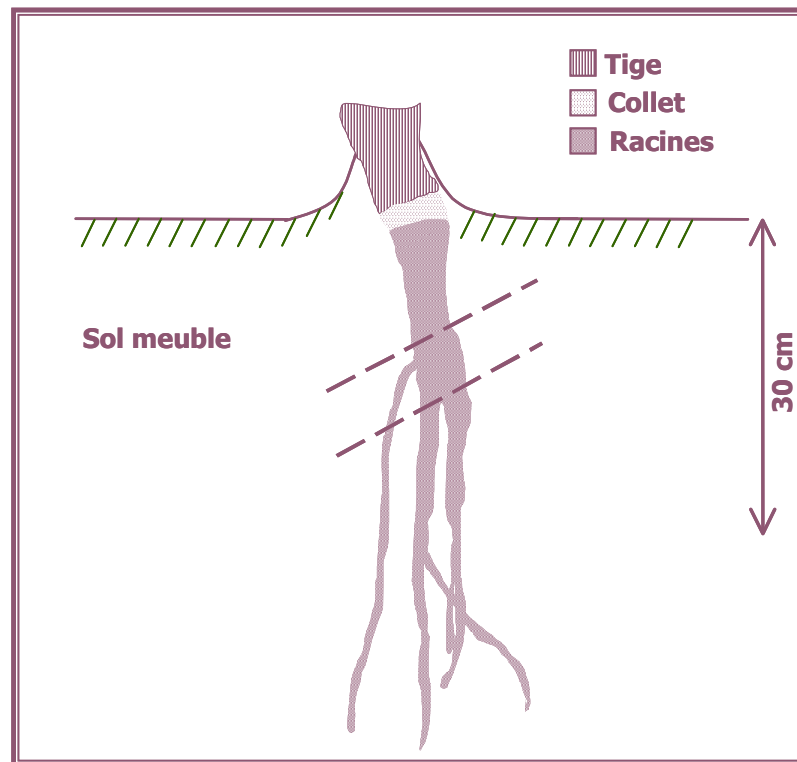


Figure 2. Schématisation de la coupe sous le collet sur structure de sol non caillouteuse

2. Spécificités de la gestion

La berce du Caucase est une plante bisannuelle à pluriannuelle se reproduisant uniquement par graines. Durant une à plusieurs années, la plante stocke les ressources nutritives nécessaires à la floraison au niveau de la racine. Une fois la floraison réalisée, l'individu meurt (monocarpie).

Ce cycle de vie explique pourquoi plusieurs stades de développement sont présents simultanément sur le site : les individus en fleurs, les individus plus jeunes et les plantules. La présence de plusieurs générations sur le site implique que la gestion devra être poursuivie plusieurs années consécutives en vue de gérer l'ensemble des individus présents et d'épuiser le stock grainier du sol. La viabilité de la banque de graines est assez controversée, mais des durées de 2 à 7 ans ont été énoncées dans la littérature. La durée de gestion doit par conséquent être répétée pendant au maximum 7 années successives. Cette durée est surestimée car la gestion, engendrant une réouverture des milieux, augmente la levée de dormance des graines. Il est donc difficile d'évaluer la durée de gestion nécessaire à l'éradication d'une population, aucun essai de gestion n'ayant été suivi pendant une période suffisante. Celle-ci est en tous cas tributaire de l'âge de la population en place. En effet, la potentialité de trouver un stock grainier important sous une nouvelle population est plus faible.

La gestion de la berce du Caucase est physique et demande beaucoup de précautions. En effet, la sève de la plante contient des substances photosensibilisantes engendrant de graves brûlures de la peau après exposition au soleil. **Il est par conséquent indispensable de se munir d'un équipement vestimentaire adapté: gants imperméables montant jusqu'aux coudes (néoprène, compost, etc.), combinaisons ou vêtements imperméables couvrant tout le corps, une capuche et une visière (photo 39). Il est surtout primordial d'éviter de se toucher le visage avec les gants lors d'un geste machinal! Les outils et vêtements seront ensuite soigneusement lavés en gardant les gants !**



Photos 39 - 40. Gauche : exemple d'équipement vestimentaire de protection à porter lors de la gestion de la berce du Caucase (Ghyselinck et *al.*, 2008). Droite : Rasette de bûcheron.

Une fois les individus gérés, la plante possède la capacité de poursuivre la maturation des ombelles grâce aux ressources présentes dans la tige (cf. « Devenir des résidus de gestion »).

3. Devenir des résidus de gestion

Une fois les tiges gérées, il est impératif de couper les ombelles à même le sol pour stopper leur maturation (période de gestion, cf. § 5). Elles peuvent ensuite être incinérées sur place (consulter le Code rural, Règlement communal en vigueur, etc.) ou exportées (par ex. : Centre d'Enfouissement Technique). Elles devront bien entendu être manipulées avec toutes les précautions nécessaires pour éviter tout contact avec la sève. Les tiges sont ensuite stockées sur place en amas pour séchage (photo 41). Le compostage des tiges (mélange avec d'autres espèces végétales et terre) est à éviter car des tiges florifères peuvent se former.



Photo 41. Résidus de gestion regroupés pour le séchage

4. Efficacité et coûts

L'efficacité observée après deux années de gestion, à l'échelle d'une population et les coûts associés sont présentés dans le tableau 7. Une augmentation des effectifs a été observée car seuls les individus en fleurs ont été gérés, en accord avec la technique de gestion. Cette augmentation peut s'expliquer aussi par le fait que le stock grainier de cette plante est élevé au vu de la quantité de graines présente sur chaque plant (environ 7000 graines par plant).



Enfin, il est probable que les efficacités mentionnées sous-estiment le potentiel réel de la méthode car un des sites inclus dans les essais a été pollué par des apports de graines extérieurs. En effet, un des sites a montré une perte d'effectif totale alors que l'autre site a vu son effectif augmenté de trois fois. Cette augmentation d'effectif confirme d'ores et déjà qu'une gestion de deux années ne suffit pas à éradiquer une population de berces du Caucase et dépend fortement de l'âge de la population. Le fait de répéter la gestion au minimum sur 5 années concorde donc bien avec ce qui a été observé sur le terrain. En vue de tenter de réduire les années de gestion sur certains sites, une proposition de gestion non testée est suggérée au paragraphe 7.

Tableau 7. Efficacité (pourcentage de gain d'effectif par rapport à la situation initiale), coût surfacique (€/100 m²) et fourchette des coûts (€/100 m²) d'une gestion de deux ans de la berce du Caucase

Technique	Efficacité	C 100 m ²	Min - Max
Coupe sous le collet	129	103	51 - 156

Ces coûts peuvent être comparés aux coûts des gestions menées en 2008, à plus grande échelle, dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe (tableau 8).

Tableau 8. Coûts engendrés par les gestions de la berce du Caucase dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe en 2008, d'après l'espèce et le gestionnaire. « Km » : distance parcourue, « m² » : surface estimée à partir de 2,5 m de berge envahie, « n » : nombre d'heures de gestion, « CT » : coût total (€), « C Km » : coût kilométrique linéaire (€/km), « C 100 m² » : coût surfacique (€/100 m²), « R » : rendement (m²/ (h.homme)), « m » : moyenne (Ghyselinck et al., 2008)

Gestionnaire	Km	m ² de berge	n	CT	C Km	C 100 m ²	R
Communes (n = 7)	78,13	390650	713	25668	328	6,6	548
Coordination	3,13	15650	16	576	184	3,7	978
DNF	9,81	49050	127,5	4590	468	9,4	385
DCENN	26,57	132850	189	6804	256	5,1	703
DST-Lux	22,24	111200	125	4500	202	4,0	890
LIFE	16,85	84250	313	11268	669	13,4	269
Total	156,73	783650	1483,5	53406	341 (m)	6,8 (m)	528 (m)

On observe une différence importante entre les estimations de coûts en main-d'œuvre (et donc indirectement des rendements) lors des gestions à l'échelle de la population la 1^{ère} année ou à plus grande échelle. Le détail des coûts et des rendements observés lors des essais et des gestions à plus grande échelle est présenté dans le tableau 9.

Cet écart s'explique par le fait qu'à l'échelle de la population, la surface gérée était calculée sur base d'un couvert dense en berces du Caucase alors qu'à grande échelle, les surfaces envahies et non envahies ont été prises en compte dans le calcul.

Les coûts unitaires en matériel et en main-d'œuvre sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 9. Comparaison des rendements observés (m²/ (h.homme)) lors de la gestion de la berce du Caucase dans le cadre d'essais à l'échelle stationnelle ou de gestions à grande échelle dans le sous-bassin hydrographique de l'Ourthe

	Coupe sous le collet	
	m	Min - Max
Essais (année 1)	65,7	32,5 – 98,8
Essais (année 2)	166,6	79,7 – 253,4
Grande échelle	163,1	-



Tableau 10. Coûts indicatifs unitaires (€/unité) HTVA du matériel et de la main-d'œuvre pour la gestion de la berce du Caucase

Produit	Prix (€/unité) HTVA	Unité de mesure
Houe à vigne ou pioche du cantonnier	33 - 41	Pièce
Rasette du bûcheron	66 - 124	Pièce
Équipement vestimentaire de protection	64	Pièce
Main-d'œuvre	36	Heure

5. Calendrier des opérations de gestion

La gestion de la berce du Caucase doit être réalisée lorsque l'ombelle centrale est en fleurs mais avant la fructification, à savoir fin juin - début juillet. Cette période correspond au moment minimisant le risque de repousses, de floraisons secondaires suite à l'épuisement des ressources nutritives dans la racine nécessaires à la floraison. De plus, cette période permet de détecter les individus plus facilement dans le paysage. Il n'est donc pas indiqué de gérer les plants de berce du Caucase avant la période préconisée. Il est nécessaire de réaliser une vérification des sites 3 semaines après la gestion en vue d'éliminer tout individu oublié ou à floraison précoce suite à la réouverture du milieu. En effet, suite à la réouverture, certains individus d'âge intermédiaire voient leur cycle végétatif diminué d'une année. Durant cette vérification, l'incinération du tas d'ombelles (consulter le Code rural, Règlement communal en vigueur, etc.) doit être effectuée au cas où les ombelles n'ont pas été exportées.

Si des exportations systématiques et contrôlées des ombelles sont effectuées, la période de gestion peut être élargie à la mi-juillet. Cela offre un avantage certain sur la durée limitée de la 1^{ère} gestion lorsqu'une exportation n'a pas lieu.

Une proposition de gestion non testée est suggérée au paragraphe 7 pour les sites prioritaires ou ombragés (retard de floraison voire report aux années ultérieures). Elle vise à gérer l'ensemble de la population (plantules, individus intermédiaires et en fleurs) et entraîne une modification du calendrier des opérations de gestion. Au même paragraphe, une autre proposition de gestion est apportée afin de solutionner la difficulté de gérer manuellement des sites envahis sur de grandes surfaces et sur sols relativement meubles, sans obstacles.

6. Prévention

Il est conseillé de gérer la berce du Caucase le plus rapidement possible afin d'éviter que les populations n'atteignent des effectifs trop importants et que d'autres sites soientensemencés au départ de ces populations.

7. Conception du plan de gestion

- 1) Description des populations ciblées
- 2) Choix de la technique de gestion
- 3) Hiérarchisation des priorités de gestion

Description des populations ciblées

À l'instar de la balsamine de l'Himalaya, une description des populations doit être réalisée préalablement à la gestion en vue de récolter toutes les informations nécessaires à la mise en place des gestions : localisation, surface à traiter, densité, accessibilité, propriétaire, etc.

Choix de la technique de gestion

Pour rappel, une seule technique pour l'espèce est préconisée, il s'agit de la coupe sous le collet effectuée à l'aide d'une houe (à vigne conseillée), d'une pioche de cantonnier ou d'une rasette de bûcheron.

Hiérarchisation des priorités de gestion

La gestion de la berce du Caucase est prioritaire du fait du problème de santé publique qu'elle occasionne. La priorité doit par conséquent être accordée aux populations situées proches des lieux publics.

Lorsque la surface à gérer est étendue, il est important de gérer les populations de l'amont vers l'aval afin de stopper l'approvisionnement en graines vers l'aval.



Si les budgets ou la main-d'œuvre disponibles ne permettent pas de gérer l'ensemble des populations ciblées, les populations-sources (par ex. : population en amont d'un sous-bassin hydrographique) doivent être gérées en priorité en vue d'arrêter l'approvisionnement en graines. D'année en année, le gestionnaire pourra couvrir des tronçons de plus en plus importants, le travail en amont se limitant alors à des surveillances pour s'assurer que les populations sont bel et bien éradiquées.

Proposition de gestion pour les sites prioritaires

Pour les sites prioritaires (populations-sources, SGIB, site à proximité d'un lieu public, etc.) ou milieux ombragés, il est envisageable de gérer non pas uniquement les plants en fleurs mais aussi les individus plus jeunes et les plantules. Pour mener à bien ce scénario de gestion, il est nécessaire : 1) de gérer par la technique de la coupe sous le collet les plants en fleurs et les plants d'âge intermédiaire de grandes tailles selon les mêmes modalités expliquées précédemment ; 2) de réaliser une vérification des sites 3 semaines après la gestion en vue d'éliminer tout individu oublié ou à floraison précoce suite à la réouverture du milieu ; 3) d'arracher manuellement et/ou sectionner (bêche, binette, sarcleuse, etc.) intégralement le tapis de plantules et les plants plus jeunes de petites tailles étant apparus suite à la réouverture du milieu et 4) de réaliser cette gestion sur plusieurs années successives.

La période d'arrachage idéale des plantules et des plants plus jeunes n'est pas connue mais une gestion 2 mois après la gestion de fin juin - début juillet semble appropriée. Comme le montre la photo 42, une forte densité de plantules a été observée deux mois après la gestion en comparaison au nombre initial de plantules. Cette période de 2 mois permet à ces plantules et individus intermédiaires d'atteindre un stade végétatif plus avancé et donc de mieux les distinguer dans la végétation indigène environnante.

Ce scénario de gestion limite le nombre de gestion et minimise les sources en graines venant de l'amont. Ce scénario peut sembler assez fastidieux en termes de main-d'œuvre durant la première année de gestion mais la seconde année de gestion ne se restreint alors qu'à la gestion des plantules durant le mois d'août. La possibilité de ne pas observer de plantules l'année suivante sur le site géré est faible mais envisageable ; ce critère est dépendant de l'âge de la population et donc du stock grainier. L'inexistence de plantules la seconde année ne sous-entend pas nécessairement l'absence de plantules les années suivantes. Il est donc indispensable de surveiller la population sur plusieurs années.

Les plantules de berce du Caucase peuvent être confondues avec les plantules de berce indigène (photo 43).



Photos 42 - 43. Tapis de plantules observés 2 mois après la gestion. Comparaison des plantules de berce indigène (gauche) et de berce du Caucase (droite).

Proposition de gestion pour envahissement de grandes surfaces, sur sol meuble

Pour les sites envahies sur de grandes surfaces, sur sols relativement meubles et sans obstacles, il est envisageable de gérer mécaniquement à l'aide d'un broyeur-tondeuse à fléaux tracté pour broyer les parties externes des berces du Caucase. Cette étape doit être suivie d'une gestion des racines par une fraiseuse ou à l'aide d'un broyeur tout-terrain (ou forestier) aussi appelé « meri crusher » permettant d'agir à des profondeurs allant jusqu'à 15 cm. Cette méthode peut être combinée à la coupe manuelle sous le collet là où l'accès du « meri crusher » est impossible. Cette méthode n'a pas été testée car les berges de cours d'eau ne le permettent généralement pas (présence d'obstacles, pentes, etc.). Il sera bien entendu nécessaire de gérer ces sites sur plusieurs années.

Résumé

La berce du Caucase est une espèce bisannuelle à pluriannuelle se reproduisant par graines. Elle peut être efficacement gérée par la coupe sous le collet. Il est important de gérer les populations dès leur apparition avant que les effectifs ne deviennent plus conséquents donc plus longs et plus coûteux à gérer.

Ne pas faire

- Ne pas planter, semer ni distribuer
- Ne pas traiter chimiquement en bordure de cours d'eau ou en zone naturelle préservée
- Ne pas faucher ou couper sous l'ombelle sans coupe sous le collet risque de seconde floraison
- **Ne pas toucher sans se munir de gants imperméables**
- Ne pas toucher les outils souillés à mains nues
- Ne pas jeter les résidus de fauche dans la nature ou dans la rivière
- Ne pas stocker les résidus de fauche en milieu fermé sans surveillance/Ne pas transporter les résidus non correctement couverts
- Ne pas composter
- Ne pas déplacer les terres contaminées

Faire

- Gérer la plante **en fleurs avant la formation des graines** (fin juin/début juillet)
- La sève de la berce du Caucase étant photosensibilisante, **gérer avec un équipement complet** : gants imperméables montant jusqu'aux coudes (néoprène, nitrile, de compostage, etc.), combinaisons ou vêtements de protection imperméables munis d'une capuche et une visière
- Gérer par la **coupe sous le collet**, à 10 - 15 cm en dessous du sol à l'aide d'une houe (à vigne conseillée), d'une pioche de cantonnier ou d'une rasette de bûcheron
- Après coupe de l'individu, **couper les ombelles à même le sol** afin de limiter toute projection de sève
- **Incinerer les ombelles in situ 3 semaines** après la gestion ou les **exporter**
- **Gérer** tout plant oublié ou à floraison précoce suite à la réouverture du milieu 3 semaines après la gestion
- Stocker le reste du matériel végétal de manière groupée en milieu ouvert ou exporter en couvrant correctement les remorques
- Nettoyer les outils à grandes eaux avec des gants imperméables
- Répéter la gestion **au maximum** jusqu'à 7 années successives
- Lorsqu'il y a **contact** de la sève avec la peau, il est conseillé : 1) de passer la **zone à l'eau**, 2) de **protéger** la zone des rayons UV (vêtements par exemple) et 3) d'**appliquer** une **crème lipophile** dès l'**apparition d'une brûlure**
- Pour les sites prioritaires, gérer le tapis de plantules et les individus intermédiaires 2 mois après la 1^{ère} gestion
- Pour un envahissement sur une grande surface et sur sol relativement meuble, possibilité d'utiliser une fraiseuse

Les renouées asiatiques



1. Méthodes de gestion

Deux voies ont été envisagées pour gérer les renouées asiatiques, les voies chimique et mécanique.

Après respectivement 2 et 3 années (plus 1 année sans fauches pour la gestion mécanique), aucune des techniques proposées dans ce guide n'ont permis d'éradiquer les clones dans leur intégralité (rhizome et organes aériens). Cependant, certaines d'entre elles ont été jugées prometteuses sur le long terme. Après 2 années, une seule technique a montré une efficacité quasi totale sur les parties aériennes de la plante (tiges et feuilles), il s'agit de l'injection à l'aide d'un herbicide appliqué dans les tiges de renouées asiatiques. Cette technique sera décrite ci-après. La partie souterraine de la plante, c.-à-d. les rhizomes, a fortement été affaiblie par ce traitement mais la probabilité que les rhizomes puissent régénérer de nouvelles tiges dans les années ultérieures n'est pas nulle (voir « spécificité de la gestion », p.65). C'est pourquoi, la **voie chimique ne peut être envisagée qu'en combinaison avec une méthode de gestion mécanique appliquée ultérieurement**. La combinaison de la voie chimique avec la voie mécanique permettra d'une part de limiter la compétition de la renouée asiatique par rapport aux plantations aux prémices de leur croissance *in situ*, et d'autre part de limiter les coupes manuelles de dégagement sur au minimum 2 années. La mise en place des plantations et les coupes de dégagement sont décrites dans la partie consacrée aux méthodes de gestion mécanique.

La gestion chimique des renouées asiatiques a un effet inhibiteur sur les enzymes-clefs de la synthèse des acides aminés aromatiques ou sur les hormones de croissance (auxine) alors que la gestion mécanique se base sur un épuisement progressif des ressources nutritives contenues dans les rhizomes et l'entrave à la croissance de la plante. L'épuisement et l'entrave à la croissance peuvent être atteints en combinant différentes opérations comme la pratique de fauches régulières, la pose de bâche et la réalisation de plantations :

- les fauches permettent d'épuiser les réserves de la plante et de dégager de l'espace pour les plantations (ligneuses et herbacées) ;
- les bâches permettent un ombrage au sol et entravent la repousse des renouées asiatiques ;
- le bouturage ou les plantations apportent un ombrage au sol et entrent en compétition avec les renouées asiatiques pour les éléments nutritifs, l'eau et la lumière.

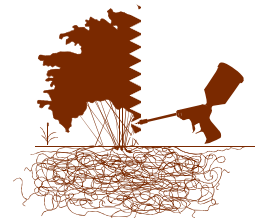
Les méthodes ou gestions décrites ci-après représentent des scénarios de gestion envisageables. Les efficacités, rendements et coûts présentés résultent du suivi de ces scénarios de gestion pendant deux ans (chimique) ou trois ans (mécanique). L'efficacité des scénarios a été estimée en termes de variation du volume en tiges principales, les tiges étant assimilées à des cônes. Ce volume est calculé à partir de différentes mesures réalisées sur le terrain (densité en tiges, hauteur et rayon basal des tiges). Ces mesures ont été prises initialement (juillet 2006 et août 2007) et ont été comparées aux mesures prises en août-septembre 2009. Les estimations des coûts et des rendements sont généralisables à d'autres types de chantier et sont mentionnées à titre indicatif.

Dans la littérature, il est spécifié que les rhizomes peuvent atteindre une profondeur de sol allant jusqu'à 7 m et peuvent se développer latéralement de 5 à 7 m au-delà de la surface couverte par les tiges. Une étude a montré qu'un rhizome est capable de croître latéralement sur plus de 1 m par saison de végétation ; une croissance latérale de 2,5 m a aussi été citée. C'est pourquoi, lorsqu'une gestion d'un clone de renouées asiatiques est envisagée, il est important de considérer une zone tampon de 5 à 7 m à gérer. Lors des tests mécaniques, une extension latérale moyenne de presque 2 m a été observée en 3 années de gestion pour les clones ayant subi une extension. A noter qu'une zone tampon de gestion de 5 à 7 m autour du clone en tous sens n'a pas été considérée pour les tests mécaniques en raison des coûts que cela occasionne. Pour les tests chimiques, une extension latérale nettement moins marquée a été observée pour quelques clones après 2 années. Par mesure de précaution, il faudra considérer une zone tampon lors de la gestion mécanique ultérieure.

Il est important de souligner que les voies chimique et mécanique ne sont pas adaptées aux **berges fortement érodées** (affouillement). Une proposition de gestion (technique végétale) non testée est suggérée à la fin du chapitre décrivant les méthodes de gestion mécanique. Cette proposition a pour but de solutionner la problématique liée au sapement de la berge entraînant le plus souvent la dissémination des rhizomes de renouées asiatiques vers l'aval du cours d'eau.

Dans la suite du document, nous entendrons par « efficacité », l'efficacité en termes de variation de volume.

La gestion difficile et l'importante présence en Région wallonne implique de donner un ordre de priorité des gestions et d'estimer la nécessité de gérer ou non un clone de renouée asiatique. L'objectif étant, non pas de vouloir absolument gérer l'entièreté des clones mais bien de concentrer les gestions sur des clones pouvant être qualifiés de prioritaires et/ou à la source d'une propagation (cf. système de cotation ou schéma décisionnel, p. 74).



1.1 Méthodes de gestion chimique

Tout gestionnaire est tenu de respecter les lois en vigueur concernant l'utilisation de produit phytosanitaire (cf. guide p.25 et 26). Pour rappel, une éradication complète (rhizome) de la plante n'a pas été observée après 2 années.

La seule modalité de gestion chimique recommandée est l'injection. Cette injection a été réalisée entre la fin août et début septembre ; période de l'année pendant laquelle la plante stocke une quantité importante d'azote dans ces rhizomes (80 %). Par conséquent, cette période est la plus favorable pour la translocation du produit dans les rhizomes via la « sève descendante ou élaborée ». Les résultats obtenus après deux années ont pu le confirmer.

Plusieurs produits ont été utilisés mais seul le Roundup® MAX (607 g/L de sel d'isopropylamine de glyphosate soit 450 g/L de glyphosate sous sa forme acide et 90 g/L de surfactant) a été retenu.

Au vu des résultats après 2 années, aucune nouvelle application de ce produit n'a été envisagée.

L'autre modalité testée est la pulvérisation du clone. Pour l'ensemble des tests utilisant le Roundup® MAX et après 2 années sans gestion, cette modalité s'est révélée être moins efficace que l'injection, et ce même avec une dose double (16 L/ha). Elle a donc logiquement été écartée. De plus, la pulvérisation par le Roundup® MAX a montré des efficacités plus hétérogènes, difficilement interprétables contrairement à l'injection pour laquelle la dilution permet d'expliquer l'hétérogénéité. D'autres inconvénients sont attribués à la pulvérisation, ils seront succinctement abordés dans le paragraphe « avantages et inconvénients » de l'injection (p. 45).

D'autres produits ont été testés, à savoir le Bofort™ (s.a.² : fluroxypyr + aminopyralid), le Garlon® 480 (s.a. : triclopyr), le Garlon™ Super (s.a. : triclopyr + aminopyralid), le Starane® 180 (s.a. : fluroxypyr) ainsi que divers mélanges avec le Roundup® MAX (Aminex® 500, Garlon® 480 et Garlon™ Super) le plus souvent à des doses agréées (cf. <http://www.fytoweb.fgov.be/indexFr.asp>). Tous ont montré une moins bonne efficacité que le Roundup® Max utilisé seul que ce soit par injection ou par pulvérisation. Seul le Bofort™ a montré des efficacités relativement bonnes mais une grande hétérogénéité a été observée. L'ensemble des produits autres que le Roundup® MAX a donc été écarté. Les efficacités après une année pour les différents produits et mélanges avec le Roundup® MAX seront brièvement abordées afin de justifier ce rejet.

Injection

Avant de décrire la technique de l'injection, trois remarques importantes sont à formuler : 1) seules des injections sur la renouée du Japon ont été réalisées, il ne peut donc pas être garanti, qu'au sein de clones de renouées de Sakhaline et hybride, l'injection donne des efficacités similaires après 2 années ; 2) selon la loi en vigueur et pour des raisons éthiques, seuls des essais hors berges de cours d'eau ont été effectués. Il ne peut donc, là aussi, être garanti que des traitements en bas de berge du cours d'eau donnent de bonnes efficacités. En effet, dans cette zone, le sol est variablement saturé en eau (lit du cours d'eau), ce qui pourrait avoir une influence sur la translocation du produit à l'interface rhizome-sol ; 3) l'usage d'autres produits que le Roundup® MAX contenant du sel du glyphosate ne peut garantir que les efficacités soient aussi bonnes. L'adjuvant de la formulation participe à l'efficacité du traitement par son effet sur l'absorption du glyphosate. S'agissant ici d'injection, nous ne disposons pas de comparaison exhaustive et nous jugeons important de le souligner. Quelques traitements ponctuels ont été réalisés durant l'été 2009 afin de répondre à ces interrogations.

1. Description

Le traitement par injection a consisté en l'apport d'une dose connue de bouillie (eau + herbicide) dans chaque tige des clones à traiter, à l'aide d'un pistolet injecteur spécialement conçu pour ce type d'application. En effet, les tiges de renouées asiatiques ayant une paroi assez épaisse et lignifiée, il est nécessaire d'utiliser un appareil adapté à l'injection.

L'appareil utilisé est le pistolet injecteur de type « JK Injection System » (plus de renseignements : <http://www.jkinjectiontools.com/> et <http://www.steminjectionsystems.com/about.html>, photo 44). Cet appareil permet d'injecter entre 5 mL et 5,5 mL de bouillie par injection. Pour ce pistolet, deux types d'aiguille existent : des aiguilles standards de grande taille utilisables durant toute la période végétative des renouées asiatiques et des aiguilles plus courtes utilisables en fin de période végétative lorsque les tiges sont robustes et cassantes (photo 45). Il est primordial pour la période de gestion préconisée de n'utiliser que les aiguilles courtes, les aiguilles standards étant de faible longévité.



Il est possible d'utiliser d'autres appareils comme une seringue d'injection automatique pour bétail (photo 46). Cet appareil est moins ergonomique, moins pratique et demande qu'une soudure de l'aiguille ainsi qu'un orifice latéral soient réalisés (photo 47). Cette manœuvre permet : 1) que le bout de l'aiguille ne s'obstrue pas au fur et à mesure des injections ; 2) que la bouillie puisse être aspergée de manière optimale dans le creux de la tige³. Il est nécessaire de raccorder à cette seringue une bouteille de lavage (ou pissette). Il est plus simple d'utiliser une bouteille adaptée au diamètre du tube relié à la seringue d'injection ainsi qu'une bouteille de contenance élevée (voir wash bottles *code 185* sur : www.kartell.it/uk/labware/w_plas.htm).

La seringue d'injection et les aiguilles d'injection s'y rapportant sont nettement moins coûteuses que le pistolet injecteur et les aiguilles prévues à cet effet. Le prix de la seringue d'injection est de 48 € HTVA (vendu en Belgique, chiffre 2009) contre 190 \$ (hors frais d'envoi des Etats-Unis de ± 114 \$: chiffre 2006) et 287 £ (hors frais d'envoi du Royaume-Uni de ± 35 £) pour le pistolet injecteur. Concernant les aiguilles, leur prix est de 15,90 € HTVA par douze (hors coûts de soudure et de perçage) contre 8,5 \$ (Etats-Unis) et 23,5 £ (Royaume-Uni) pour une aiguille courte du pistolet injecteur. La longévité des aiguilles d'injection (pistolet injecteur) permettent d'injecter dans plus de 3000 tiges soit plus de 250 m² de clone. Les tests ont montré que cette longévité peut être augmentée si un soin particulier des aiguilles est apporté lors de la perforation de la tige. La longévité des aiguilles de la seringue d'injection n'est pas connue. Malgré son coût, l'injecteur sera préféré.



Photos 44 - 45. Pistolet injecteur et aiguilles d'injection à orifice latéral.



Photos 46 - 47. Seringue d'injection pour bétail remaniée pour l'injection. Aiguille d'injection pour bétail biseautée et percée latéralement pour l'injection.

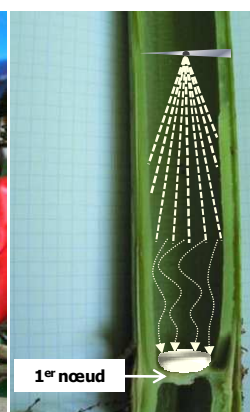
Les injections ont été réalisées au Roundup® Max à raison de 8 L/ha (dose agréée) et 16 L/ha de fin août à début septembre 2007. Pour rappel, cette période de l'année correspond au flux de sève descendante (élaborée) majoritaire permettant à la substance active et/ou métabolite d'atteindre les rhizomes plus en profondeur. Cette migration est uniquement possible si les tiges ne sont pas sectionnées juste avant le traitement, cette action ayant pour effet de diminuer voire d'interrompre ce flux de sève. Des essais sur rhizomes ont montré que le produit a atteint le rhizome en dessous de 40 cm de profondeur.

Il est également impératif de ne pas faucher le clone durant l'année pour permettre aux tiges d'atteindre un diamètre suffisant pour l'injection (minimum 1,5 cm de diamètre). En effet, la pratique de la fauche entraîne une augmentation du nombre de tiges avec une réduction de leurs diamètre et hauteur.

³ informations pratiques pour la confection des aiguilles (source : pistolet injecteur) : *dimension de l'aiguille* : long. : 15,5 mm et diamètre : 2,3 mm ; *emplacement et dimension de l'orifice latéral* : centre par rapport à la base de l'aiguille : 7,5 mm et diamètre : 1,5 mm ; *aiguilles utilisées* : aiguille DELVO de 5 cm de longueur et de 2,1 mm de diamètre



L'injection doit s'effectuer juste en dessous du 2^{ème} nœud de la tige pour augmenter le volume injectable dans l'entrenœud, permettre une meilleure répartition de la bouillie à l'intérieur de la tige et atteindre le 1^{er} nœud (photos 48 à 51). Au niveau de la paroi interne et des tissus du nœud, la bouillie peut migrer vers les rhizomes grâce à différentes voies de connexion reliées aux tissus conducteurs permettant à la sève élaborée d'être stockée dans les rhizomes.



Photos 48 - 51. Niveau d'insertion de l'aiguille dans la tige de renouée asiatique et schématisation de la translocation de la bouillie au sein des tiges de renouée.

Pour les renouées de Sakhaline, du Japon, et leur hybride, il a été mis en évidence que les épaisseurs de la paroi en dessous du 2^{ème} nœud sont inférieures (entre 0,9 et 1,4 mm selon l'espèce) comparativement aux épaisseurs de la paroi en dessous du 1^{er} nœud. Cela confirme la nécessité d'injecter les tiges en dessous du 2^{ème} nœud sachant qu'en plus, les tiges en dessous du 1^{er} nœud, peuvent rarement contenir 5 ml de bouillie. Pour rappel, des tests n'ont pas été réalisés sur ces 2 espèces. L'efficacité du traitement peut différer.

A titre informatif, les épaisseurs des tiges (sous le 2^{ème} nœud) de la renouée hybride (4,1 mm) sont plus importantes que celle de ces 2 consœurs, cela demande donc un effort plus important lors de la perforation de la tige ; la renouée de Sakhaline présente, quant à elle, l'épaisseur de tiges la moins importante (environ 3 mm contre 3,2 mm pour la renouée du Japon).

Des efficacités hétérogènes pour l'injection ont été observées. Initialement, les gestions étaient réalisées à des doses connues en Roundup® MAX en vu de les comparer à la pulvérisation sans prendre en compte les dilutions. Néanmoins, celle-ci s'est montrée d'une importance capitale. Ainsi, les meilleures efficacités ont été obtenues avec une dilution du Roundup® MAX de 34 X en moyenne (soit environ 30 mL de Roundup® MAX / L d'eau) ce qui correspond à la moyenne de la dose recommandée d'eau pour l'emploi du Roundup® MAX en pulvérisation (8 L/ha = 8000 mL/30 mL/L = 266 L de bouillie /ha). Ceci met en évidence que le surdosage n'induit aucunement une meilleure efficacité, les résultats ont même montré un phénomène inverse. Hormis la dilution, les résultats ont aussi montré que la physiologie du clone, plus particulièrement la densité en tiges par m², influence directement l'efficacité. Les résultats ont montré que les clones, les plus affectés par l'injection, présentaient une densité en tiges comprise entre 25 et 28 tiges / 5 m², qu'elles soient injectables (> à 1,5 cm) ou non. Pour tous clones présentant une densité en tiges inférieure à 25 tiges / 5 m² ou supérieure à 28 tiges / 5 m², une correction systématique de la quantité de bouillie à injecter par tiges doit être effectuée (voir tableau 11). Il est ainsi montré qu'environ 150 mL / 5 m² de bouillie est en moyenne nécessaire soit 3 L / 100 m². Lors d'une injection, le calcul du nombre de tiges n'est qu'une estimation mais doit être déterminé dans une placette de 5 m² la plus représentative du clone. Pour information, la densité en tiges la plus communément rencontrée sur sites se situe entre 15 et 37 tiges par 5 m². Outre la correction de la quantité à injecter par tiges, le tableau 11 intègre les longueurs d'entrenœuds minimales pour lesquelles il n'est pas utile d'injecter une autre dose (5 mL) dans l'entrenœud sus-jacent et ce respectivement pour les 2 espèces et leur hybride, ceci pour éviter une perte de bouillie. Si des tiges ne sont pas injectables, il est important d'injecter une double voire une triple dose dans les tiges injectables les plus proches de la tige non-injectables afin d'équilibrer la dose non attribuée aux tiges injectables.



Tableau 11. Correction de la quantité de bouillie à injecter par tiges en fonction du nombre de tiges par 5 m² de clone. Longueur minimale de l'entrenœud (en fonction de l'espèce et du diamètre de la tige) à atteindre sans effectuer d'injection de 5 mL sous le 3^{ème} nœud (renouée 1 : de Sakhaline ; renouée 2 : du Japon ; renouée 3 : hybride et Ø = diamètre)

Nombre de tiges par 5 m ²	Injection (tiges de Ø > à 15 mm)	l'entrenœud si 15 < Ø < 25 mm renouées 1 / 2 / 3	l'entrenœud si Ø > à 25 mm renouées 1 / 2 / 3
50-56	5 mL dans 1 tige sur 2	minimum 10 / 10 / 15 cm	min. 2 / 2 / 3 cm
43-49	5 mL dans 5 tiges sur 8	min. 10 / 10 / 15 cm	min. 2 / 2 / 3 cm
38-42	5 mL dans 3 tiges sur 4	min. 10 / 10 / 15 cm	min. 2 / 2 / 3 cm
31 à 37	5 mL dans 7 tiges sur 8	min. 10 / 10 / 15 cm	min. 2 / 2 / 3 cm
(24 -) 25 à 28 (- 30)	5 mL par tiges	min. 10 / 10 / 15 cm	min. 2 / 2 / 3 cm
15 à 23	rotation de 5mL et 10 mL par tiges	min. 15 / 20 / 30 cm si 10 ml	min. 4 / 4 / 5 cm si 10 ml
13 à 14	10 mL par tiges	min. 15 / 20 / 30 cm	min. 4 / 4 / 5 cm
8 à 12	rotation de 10 mL et 15 mL par tiges	min. 25 / 30 / 45 cm si 15 ml	min. 6 / 6 / 7 cm si 15 ml
0 à 7	15 mL par tiges	min. 25 / 30 / 45 cm	min. 6 / 6 / 7 cm

Afin de faciliter le travail du gestionnaire lors des chantiers de gestion, il a été établi que :

- 1) Pour tout clone ayant une **densité** en tiges **inférieure à 37 tiges / 5 m²**, une **quantité de bouillie de 3 L / 100 m²** doit **obligatoirement être injectée**. Si **l'entièreté de la bouillie n'est pas injectée**, un **2nd passage** sera effectué au sein du clone et, dans la mesure du possible, de manière **homogène** c.-à-d. une réinjection sur l'ensemble du clone et non pas sur une partie du clone ;
- 2) Pour tout clone ayant une **densité** en tiges **supérieure à 37 tiges / 5 m²**, une **quantité de bouillie de 3 L / 100 m²** doit **obligatoirement être injectée**. Pour cette densité, **seule 1 tige sur 2 sera injectée**. Si **l'entièreté de la bouillie n'est pas injectée**, un **2nd passage homogène** sera effectué au sein du clone **dans les tiges non-injectées lors du 1^{er} passage**.

La remarque concernant les tiges ininjectables est, bien évidemment, toujours d'application pour cette technique simplifiée. Cette technique présente l'inconvénient de devoir calculer la surface à gérer mais l'avantage de ne pas devoir recourir à des combinaisons compliquées à respecter sur le terrain (cf. colonne « Injection » du tableau 11).

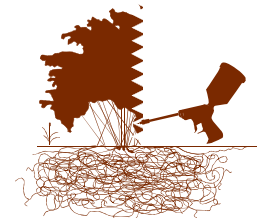
2. Avantages et inconvénients

Comparativement à la pulvérisation et la gestion mécanique, l'injection présente de nombreux avantages que sont :

Injection vs. pulvérisation :

- Une dose équivalente à 8 L/ha de Roundup® MAX est nécessaire en injection contre 16 L/ha pour la pulvérisation, la pulvérisation donnant, en plus, de moins bonnes efficacités. La dose maximum agréée de Roundup Max étant de 8 L/ha, la pulvérisation à cette dose ne donnant pas d'efficacité suffisante n'est pas à conseiller ;
- Liberté d'application quelles que soient les conditions météorologiques contrairement à la pulvérisation (conditions favorables : vent < à 10 km/h, application 3 h avant toutes précipitations, températures comprises entre 15 et 25°C, hygrométrie de l'air située entre 60 et 95 %, absence de rosée et évitement du plein soleil). L'avantage est que le produit est indubitablement stocké dans la plante ;
- Peu de perte de produit comparativement à la pulvérisation (runoff⁴, dérive, nettoyage du pulvérisateur, etc.) ;
- A ce stade de végétation (pic de biomasse), un effectif d'une personne suffit contre, généralement, deux pour la pulvérisation ;
- La période préconisée correspondant à la période de floraison de la renouée, l'impact de l'injection sur les pollinisateurs est, par conséquent, plus limité que pour la pulvérisation ;
- Accès aisé au sein de tous les clones là où la pulvérisation est périlleuse, tout particulièrement sur sol pentu, en bas de berges ou sur site à végétation dense (ripisylve, fourré, etc.) ;
- Traitement homogène et sélectif sur tout le clone comparativement à la pulvérisation où le plus souvent la zone face au vent est moins bien traitée au dépend de la flore environnante.

⁴ Ruissellement de la bouillie sur la feuille suite à une aspersion trop importante



Injection vs. gestion mécanique :

- Sur deux années, un seul passage a été nécessaire comparativement à la gestion mécanique où une dizaine de passages sont nécessaires (12 à 15 passages sur 3 années) ;
- Pas d'exportation de matériel végétal, diminuant les risques de contamination d'autres sites par la formation de nouveaux clones.

Par rapport à la pulvérisation, l'injection présente quelques inconvénients. Ceux-ci sont relativement négligeables au vue des nombreux avantages, toutefois :

- Travail assez physique bien que la technique montre de meilleurs rendements que la pulvérisation ;
- Nécessité de remplir plus fréquemment le réservoir (500 mL) du pistolet (ou bouteille de la seringue d'injection) comparativement au pulvérisateur ;
- Familiarisation avec le matériel utilisé nécessitant une formation.

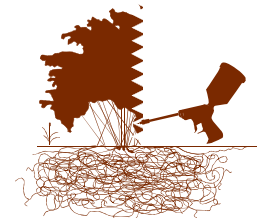
3. Conseils

Les conseils qui suivent ont, pour certains, déjà été énumérés dans la description de la technique. Ils seront donc repris dans ce paragraphe sous une forme synthétique.

Afin que cette technique soit la plus optimale, plusieurs éléments doivent être réunis :

- Gérer à l'aide d'un appareil adapté à l'injection ;
- Porter des vêtements et gants adaptés à l'utilisation du Roundup® Max ;
- Gérer le clone entre le 15 août et le 15 septembre. Favoriser la gestion en fin août sous le sillon Sambre-Meuse ;
- Ne pas faucher le clone juste avant gestion en vue d'y placer la bouillie dans le creux de la tige, cette intervention ayant comme implication de stopper le flux de sève et donc de diminuer voire empêcher la translocation de la bouillie dans les rhizomes ;
- Ne pas faucher le clone durant l'année de gestion ;
- Lors de la manipulation du Roundup® Max, prendre toutes les précautions d'usage lors des différents transvasements (bidon → éprouvette → récipient de dilution → réservoir du pistolet). Les principales pertes de produit se feront durant ces étapes. Il est important de réaliser toutes ces manipulations sur sol plat dans un box en plastique. En effet, lorsque le Roundup® Max est accidentellement disséminé à même le sol, il peut facilement être lessivé par les eaux de ruissellement et peut avoir un impact environnemental non-négligeable. Cet impact est fortement amenuisé voire nul lorsque le produit est complètement injecté dans la plante ;
- Si une tige est non injectable (diamètre inférieure à 1,5 cm), injecter la dose prévue dans la tige injectable la plus proche ;
- Gérer, si possible, directement sous le 2^{ème} nœud. Injecter au centre de l'entrenœud peut occasionner une perte de bouillie ;
- Injecter avec l'orifice latéral de l'injecteur disposé vers le bas car le fait d'asperger la bouillie en direction du nœud peut engendrer une perte de bouillie, la tige étant pleine au niveau du nœud ;
- Enfoncer l'aiguille courte d'injection délicatement afin de ne pas fendre la tige et appuyer relativement lentement et graduellement sur la gâchette de l'injecteur afin d'éviter une surpression au niveau de la perforation et donc une perte de bouillie.

Quelques conseils, d'ordre technique, peuvent se greffer à cette liste. Premièrement, il est suggéré de se familiariser avec l'injecteur à l'eau claire sur un clone non géré. Ensuite, il est important de bien sceller le couvercle du réservoir sans exercer un couple de serrage trop élevé afin d'éviter toute déperdition de bouillie. Enfin, il peut être intéressant d'utiliser un système de marquage pour les tiges traitées afin d'éviter les répétitions dans le traitement. Un système de marquage existe pour le pistolet injecteur. Néanmoins, celui-ci est relativement coûteux, des systèmes alternatifs peuvent être envisagés (*e.g.* : SYLVAMARK, marqueur, rouleau correcteur, etc.).



Méthodes inefficaces

Plusieurs produits et mélanges ont été testés par pulvérisation et injection, à savoir :

- 1) le Bofort™ (s.a. : fluroxypyr + aminopyralid) : dosé à 20 et 40 mL/100 m² ;
- 2) le Garlon® 480 (s.a. : triclopyr) : dosé à 15 mL/100 m² ;
- 3) le Garlon™ Super (s.a. : triclopyr + aminopyralid) : dosé à 20 mL/100 m² ;
- 4) le Roundup® MAX (s.a. : glyphosate) : dosé à 80 et 160 mL/100 m² ;
- 5) le Roundup® MAX + Aminex (s.a. : glyphosate et 2,4 D-amine) : dosés respectivement à 80 et 24 mL/100m² ;
- 6) le Roundup® MAX + Garlon® 480 (s.a. : glyphosate et triclopyr) : dosés respectivement à 80 et 15 mL/100m² ;
- 7) et le Roundup® MAX + Garlon™ Super (s.a. : glyphosate, triclopyr et aminopyralid) : dosés respectivement à 80 et 20 mL/100m².

La pulvérisation a été écartée pour les raisons invoquées en début de chapitre.

Les photos 52 à 54 montrent que certains produits laissaient présager d'une bonne efficacité deux mois après l'application (*e.g.* : Garlon® 480 et Starane® 180) mais se sont montrés peu voire totalement inefficaces l'année suivante (voir figure 3). Ceux-ci n'ont eu qu'une activité sur le court terme contrairement au Roundup® MAX où l'activité (substance active, métabolite) s'est surtout déclarée l'année suivante et deux années plus tard (photos 55 à 57).



Photos 52 - 54. Clone géré par pulvérisation à l'aide de Starane® 180. Gauche : Etat initial (août 2007) ; centre : 2 mois après traitement (2007) ; droite : 1 an après traitement (août 2008).



Photos 55 - 57. Clone géré par pulvérisation à l'aide de Roundup® MAX. Gauche : Etat initial (août 2007) ; centre : 2 mois après traitement (2007) ; droite : 1 an après traitement (août 2008).

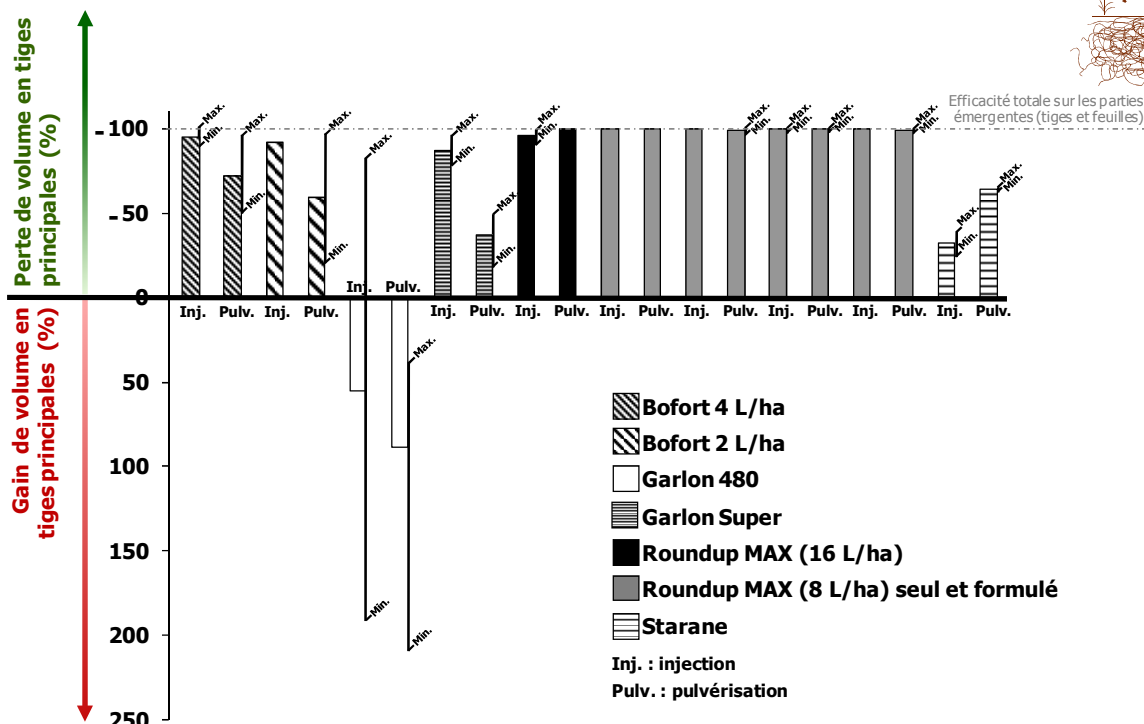


Figure 3. Variation de volumes en tiges principales (%) produit en août 2008 par rapport à août 2007 (chiffre 2009 pour le Roundup® MAX seul ou mélangé voir chapitre « Efficacité et coûts » p.69) (chaque paire de bâtonnets gris, de g. à d. : le Roundup MAX utilisé seul, avec l'Aminex, avec le Garlon et le Garlon Super.

Comme le montre la figure 3, le Roundup® MAX et les mélanges avec celui-ci ont montré les meilleures efficacités. La figure montre aussi que le Garlon® 480 n'est en rien responsable de l'efficacité lorsque celui-ci est mélangé avec le Roundup® MAX. Une année après les traitements, les efficacités étaient significativement différentes entre les traitements utilisant le Roundup® MAX et les traitements ne l'utilisant pas. Par conséquent, les produits mélangés avec le Roundup® MAX ont été considérés comme n'étant pas responsables de la bonne efficacité. Cela a permis de négliger l'activité des substances actives des produits mélangés dans les calculs d'efficacité du Roundup® MAX et donc de considérer les mélanges comme étant uniquement composés de Roundup® MAX.

Cette figure souligne aussi que les produits, contenant de l'aminopyralid, montrent de bons résultats par injection contrairement à la pulvérisation malgré une forte hétérogénéité non-quantifiables des résultats. Cette hétérogénéité a conduit à l'écartement de ces produits pour leur utilisation à grande échelle.

Les photos 58 à 61 montrent que, malgré des efficacités – 86 % et – 93 %, les clones produisent une densité de tiges encore assez élevée ayant des hauteurs moyennes relativement importantes. Cette surévaluation de l'efficacité s'explique par le fait que les clones présentent initialement une forte densité de tiges atteignant des hauteurs élevées. C'est pourquoi, il est important d'avoir des efficacités voisines de la valeur optimale (- 100 %) afin de juger l'efficacité réelle du traitement comme optimale.



Photos 58 - 59. Efficacité de – 85,6 % par injection au Garlon™ Super un an après traitement.

Photos 60 - 61. Efficacité de – 92,7 % par injection au Roundup® MAX un an après traitement. Injection avec une sous-dilution (près de 11 X) expliquant cette mauvaise efficacité.



1.2 Méthodes de gestion mécanique

Les scénarios de gestion mécanique testés sont : le **bouturage de saules (boutures et tapis vivant)**, la **plantation de ligneux sur bâche**, la plantation de ligneux et la **plantation d'herbacées**. Après une année sans coupes de dégagement (saison 2009), la plantation de ligneux n'a pas présenté de différence significative en termes d'efficacité comparativement à la fauche mensuelle utilisée seule. Après seulement 3 années de recul pour la plantation de ligneux, ce résultat peut être expliqué par le fait que celle-ci n'a pas encore obtenu un pouvoir couvrant et n'a pas les besoins hydriques suffisants pour entrer directement en compétition avec les renouées asiatiques contrairement au saule. Sur le long terme, cette technique n'est cependant pas écartée. Les différents scénarios sont décrits ci-dessous, ainsi que leurs avantages et inconvénients. Quelques conseils sont également promulgués concernant leur mise en place. La plantation de ligneux sera intégrée dans la partie consacrée à la plantation de ligneux sur bâche, ces deux scénarios étant assez similaires.

Quel que soit le scénario envisagé, il comprend : 1) des fauches mensuelles la première année, 2) la mise en place du dispositif (plantation et/ou bâche) la deuxième année et 3) des coupes de dégagement la deuxième et la troisième années. Ces scénarios de gestion ont montré des résultats prometteurs et sont modulables en fonction des caractéristiques du site à gérer et des budgets disponibles. Néanmoins, les résultats de 2009 (année sans coupes de dégagement) indiquent qu'une gestion (coupes de dégagement) est primordiale durant les années ultérieures.

Il est important de souligner que ces scénarios mécaniques ne sont pas adaptés ni aux enrochements ni aux berges fortement érodées (affouillement). Aucune solution mécanique n'a été trouvée pour la gestion des enrochements. Concernant l'affouillement, une proposition de gestion non testée est suggérée à la fin de ce chapitre. Cette proposition a pour but de solutionner la problématique liée au sapement de la berge entraînant le plus souvent la dissémination des rhizomes de renouées asiatiques vers l'aval.

Parmi les méthodes testées, certaines se sont avérées rapidement inefficaces et sont déconseillées. Il s'agit de la fauche mensuelle utilisée seule, du désherbage thermique à flamme nue, de l'utilisation de géotextiles biodégradables de type treillis coco tissé ainsi que le semis d'herbacées manuel ou hydraulique (hydroseeding). Ces méthodes, tout comme la plantation d'herbacée, seront brièvement abordées en fin de ce chapitre.

Une méthode alternative, notamment pratiquée en Angleterre et en Suisse, est l'excavation du site. Cette excavation a été jugée trop coûteuse à grande échelle et difficilement réalisable le long d'un cours d'eau. Les détails et les coûts de cette technique sont présentés à la fin de ce chapitre.

D'autres méthodes de gestion n'ont pas été retenues car inadaptées aux cours d'eau. Par exemple, le pâturage voire le surpâturage combinant le piétinement du sol (compression du sol) et des coupes fortement répétées. Il est aussi montré que seule la compression du sol peut influencer l'émergence de la renouée asiatique.

Les scénarios de gestion mécanique testés ayant montré de relativement bons résultats sur trois années sont présentés ci-après. Plusieurs recommandations concernant la fauche initiale, les coupes de dégagement et l'utilisation du matériel végétal sont présentées de manière plus exhaustive après ces différents scénarios.

A ce stade du document, il faut souligner qu'il est difficile de garantir une efficacité sur le long terme avec ce faible recul, la gestion de la renouée s'effectuant sur plusieurs années.

Scénario 1 : bouturage de saules

1. Description

Le bouturage de saules a été testé selon deux modalités de plantation: la **plantation de boutures** et la création d'un **tapis de saule**. Le saule des vanniers (*Salix viminalis*) a été utilisé majoritairement sur les sites d'essais, étant donné ses nombreux avantages (taux de reprise, système racinaire, etc.). Les plantations ont fait suite à une année de fauches mensuelles des renouées asiatiques, pendant toute leur saison de végétation (juillet à octobre).

Dans le cas de la **plantation des boutures**, les boutures utilisées mesuraient de 50 à 80 cm de long et 2 à 4 cm de diamètre environ. Les boutures ont été enfoncées dans le sol sur 30 cm au moins, à raison de 4 à 5 (voire 8) boutures/m². Les trous ont été formés à la barre à mine, de diamètre légèrement inférieur à celui des boutures afin de permettre une meilleure reprise (photos 62 à 64). Ce diamètre inférieur a nécessité l'usage d'une masse ou d'une massette pour l'enfoncement des boutures.

Pour les plants endommagés lors de l'enfoncement, le haut de tiges a été coupé avec un outil bien aiguisé (par ex. : élagueur) pour limiter la formation de champignons et de maladies. Les plantations ont été réalisées à la fin de l'hiver.



Des coupes de dégagement de la renouée asiatique ont ensuite été réalisées manuellement tous les mois (dès la reprise), pendant deux saisons de végétation. Une coupe des herbacées hautes (bardanes, cirses, épilobes, oseilles, poacées, etc.) a été nécessaire la première année en vue de limiter la concurrence avec le saule. Ces coupes ont été réalisées manuellement à l'aide d'un sécateur, d'une serpe ou d'une cisaille de manière à ne pas endommager le bas des boutures par le passage d'une débroussailleuse. La nécessité de réaliser les coupes de dégagement de la renouée est expliquée au paragraphe « Fauche initiale et coupes de dégagement » p. 60.

Cette technique n'a pas demandé de préparation particulière du site. Un retrait des rhizomes les plus importants aurait pu être envisagé.

Pour certains sites, les boutures ont été réalisées sur place au départ du matériel végétal avoisinant.

L'évolution d'un des sites après 1 et 2 saisons de végétation des plantations est présentée sur les photos 65 et 66.



Photos 62 - 64. Plantation de boutures de saules à l'aide d'une barre à mine, selon une densité de 4 - 5 boutures/m²



Photos 65 - 66. Evolution après une (gauche) et deux années (droite) de végétation d'une plantation de saules selon une densité de 4 - 5 boutures/m² après dégagements de la renouée. En avant-plan, double mètre pliant étiré.

En ce qui concerne la réalisation du **tapis de saules**, la mise en œuvre a consisté à coucher des perches de saules sur le sol et à les maintenir en place par un maillage de fils tendus. La préparation du terrain a été très importante : le terrain a tout d'abord été débroussaillé et dégagé, puis taluté afin d'obtenir un plan régulier facilitant la disposition des branches (p. 67).

Des perches de 2 à 3 m de long et de minimum 2 cm de diamètre ont été préparées puis couchées les unes à côté des autres, perpendiculairement au talus, de manière à assurer une bonne couverture du sol. L'extrémité des branches était dirigée vers le haut tandis que leur base était mise en contact avec l'eau, par l'intermédiaire du creusement d'une tranchée sous le niveau du cours d'eau (photo 67). Dans le cadre de l'essai, il a été possible de gérer selon un creusement de deux tranchées. Les perches ont pu être placées « tête-bêche », augmentant ainsi la largeur de gestion (technique théorique : voir « conseils », p. 52 - 53). Ce dispositif a été rendu possible grâce à la configuration plane du site (ancien méandre avec dépôts alluvionnaires).



L'ensemble a ensuite été maintenu et compressé au sol à l'aide d'un réseau de pieux disposé en damier (photo 68), les rangées étant distantes de 2 m environ. Un fil métallique galvanisé de 3 mm a été tendu entre les pieux, longitudinalement et diagonalement au talus, de manière à être transversal aux perches. Le fil a été fixé aux pieux à l'aide de clous en « U » (photo 69).

Une fois le fil installé, les pieux ont été enfoncés dans le sol à la masse, pour tendre le fil et compresser le tapis au sol (photo 70). Enfin, une couche de terre a été déposée sur l'ouvrage en vue de colmater au maximum tous les interstices entre les perches, le but étant de maximiser l'enracinement de celles-ci (photos 71 et 72).

L'évolution du chantier, après une année et deux années de saison de végétation, est présentée en photos 73 et 74.

Un recépage des saules a été réalisé durant l'hiver 2008-2009 après la seconde saison de végétation.



Photo 67. Perches mise en contact avec l'eau.



Photo 68. Placement des pieux en damier.



Photo 69. Fixation du fil de fer galvanisé aux piquets.



Photo 70. Piquet enfoncé dans le sol pour tendre les fils.



Photo 71. Apport de terre pour combler les interstices entre les perches.



Photo 72. Tapis vivant de saule, réalisé sur berge, après talutage.



Photos 73 - 74. Evolution du tapis de saule après une (gauche) et deux saison(s) (droite) de végétation.

2. Avantages et inconvénients

Le saule (*Salix viminalis* utilisé majoritairement) est un candidat enclin à entrer en compétition avec les renouées asiatiques. En effet, sa croissance rapide, démarrant tôt dans la saison de végétation, suit quasiment le même rythme que celui de la renouée asiatique, même si la croissance de cette dernière est nettement plus rapide. Héliophile et grand consommateur d'eau, au même titre que les renouées asiatiques, il entre directement en compétition avec l'espèce invasive. Le saule peut former des massifs touffus très denses, générant un ombrage au sol assez important, préjudiciable au développement des renouées asiatiques. Le choix du saule comme espèce à planter permet donc d'obtenir un couvert dense plus rapidement qu'avec d'autres essences.

Les opérations de dégagement sont, par contre, difficiles à réaliser lorsque les rejets sont très denses. La forte densité en tiges, nécessite aussi d'enlever les déchets générés par le cours d'eau (branches, fûts, etc.) après chaque crue hivernale.

Le saule est commun en bord de berge. Le matériel végétal peut facilement être trouvé, à proximité du site à gérer. La technique est, dans ce cas, moins coûteuse et répond mieux aux conditions stationnelles.

Le saule a de grands besoins en eau et en soleil. Il ne peut pas être implanté sous couvert ou à proximité de ligneux à port arborescent. Des abattages pourraient être préconisés pour assurer un apport de lumière suffisant. Le but étant de créer un ombrage, il peut être envisagé de ne pas réaliser ces abattages et mélanger des essences sciaphiles et héliophiles.

La réalisation d'un tapis vivant de saules demande une main-d'œuvre plus qualifiée, et plus de matériel végétal et d'outillage comparativement à la plantation de boutures. A titre comparatif, concernant le matériel végétal, un calcul approximatif montre qu'il est nécessaire de prélever 800 m de tiges de saules (diamètre > 2 cm, longueur de 80 cm et 5 boutures/m²) pour la plantation de saules contre plus de 3000 m de tiges de saules (diamètre > 3 cm, longueur de 3 m et 33 tiges/mètre linéaire de berge) pour la création d'un tapis de saules. La méthode nécessite également une préparation du terrain plus lourde. Cette technique ne peut être réalisée que sur des berges faiblement à moyennement pentues (< 45°). Toutefois, la densité de végétaux couchés au sol représente une barrière supplémentaire à franchir pour les renouées asiatiques et le couvert qui en résulte est plus dense.

Le tapis de saules n'est pas adapté ni pour les berges affouillées (p. 62 - 63) ni pour les enrochements. Les boutures de saules, quant à elles, offrent la possibilité d'être réalisables sur berge à pente forte à affouillée mais ne permettent pas, à elles seules, de créer une barrière suffisante à la dispersion des rhizomes lorsqu'il y a sapement de la berge.

3. Conseils

Plusieurs espèces de saules peuvent être utilisées comme *Salix cinerea*, *S. purpurea*, *S. triandra* et *S. viminalis*. Les espèces de saules à port arborescent, comme *S. alba* et *S. fragilis*, sont à éviter en pied de berge car ils présentent un risque plus important de déchaussement et la forme de leur tronc peut entraîner de fortes perturbations de l'écoulement. Une comparaison des performances des différentes espèces de saules est présentée dans le tableau 12 (Dethioux, 1989; Lachat, 2001).



Tableau 12. Résultats de bouturages printaniers en berge pour différentes espèces de saules, d'après Dethioux (1989).

Espèces	Lieu d'essai	% moyen de reprise	Nombre moyen de pousses	Longueur moyenne des pousses (cm)	Nombre moyen de racines
Saule blanc (<i>Salix alba</i>)	Eben-Emael Latour	84-87 94-96	- 7-8	39-79 35-64	28-37 55
Saule fragile (<i>S. fragilis</i>)	Wonck	95-100	4	66	89
Saule hybride (<i>S. x rubens</i>)	Wonck	95-96	5	58	22
Saule à trois étamines (<i>S. triandra</i>)	Eben-Emael Latour	50-65 92-97	7-9 10-19	75-150 29-60	55-69 24-54
Saule des vanniers (<i>S. viminalis</i>)	Eben-Emael Latour	96-100 86-94	- 3-5	75-116 75-93	47-69 48
Saule à oreillettes (<i>S. aurita</i>)	Anlier	77	7	13	43
Saule hybride (<i>S. x multinervis</i>)	Latour Anlier	80-81 81	4-5 9	34-36 18	30-56 34
Saule pourpre (<i>S. purpurea</i>)	Eben-Emael Latour	80-95 94-100	4 8-10	38-41 32-38	9 17

De manière générale, il est conseillé de recéper les plantations de saules pour maintenir la densité du couvert. L'opération consiste à réaliser une coupe nette et légèrement inclinée des tiges du haut de la bouture. Le premier recépage peut être réalisé la troisième année. Il peut ensuite être répété tous les 3 à 10 ans en fonction de l'évolution du site (Adam et *al.*, 2008).

Dans le cas de la plantation de boutures, les dimensions suivantes sont renseignées : 50 à 80 cm de long, 2 à 4 cm de diamètre environ, enfoncées dans le sol de 40 cm au moins, à raison de 4 à 5 boutures/m². Toutefois, la densité de plantation dépend de la nécessité d'utiliser la plantation, comme moyen de fixation des berges ou non. En ce qui concerne la longueur des boutures, plus la bouture est enfoncée profondément dans le sol plus la surface de contact avec le substrat est importante et meilleure sera la reprise. Plus la bouture dépassera de la surface, plus le nombre de rejets sera élevé et le couvert dense. Les tailles utilisées dans les essais représentent des tailles moyennes qui sont les plus largement disponibles sur le terrain mais il pourrait par conséquent être envisagé de travailler avec des boutures plus longues.

Les boutures utilisées doivent être saines et vigoureuses. Pour cela, toutes les coupes doivent être réalisées à l'aide d'outils bien aiguisés en vue d'assurer des coupes franches, sans écorchures. Les blessures sont en effet des portes d'entrées pour des champignons et maladies qui pourraient compromettre la reprise de la bouture. Lors de la plantation, chaque bouture est inspectée en vue de vérifier qu'aucune d'entre elles ne comporte de taches révélatrices de pourriture ou de chancre.

Les trous sont réalisés préalablement à la plantation à l'aide d'une barre à mine de diamètre légèrement inférieur à celui des boutures. Cette mesure permet la compression de la bouture dans le trou pour maximiser le contact avec le sol. La bouture doit offrir de la résistance lors de son enfoncement. Si la bouture est complètement libre, un apport de terre est nécessaire. Cet apport sera accompagné d'un tassement de manière à maximiser la compression et assurer un contact optimum entre la partie enterrée de la bouture et le sol sur toute sa longueur.

Lors de l'enfoncement, il faut veiller à respecter la polarité du rameau (le sens de la bouture), indiquée par les bourgeons.

En cas de mauvaises conditions hydriques ou d'un sol à charge caillouteuse élevée, le trou de plantation peut être rempli d'eau à ras bords avant tassement.

Dans le cas de la réalisation d'un tapis vivant, il est primordial d'assurer le contact entre les perches et le matériel terreux en pressant les branches contre le sol et en apportant une couche suffisante de terre pour combler tous les interstices. Le contact entre les perches et le matériel terreux est également assuré par le réseau de fils de fer tendus entre les pieux. Un espacement de 80 à 100 cm dans les deux sens est renseigné (figure 4). Les pieux, de 60 cm de long et de 4 cm de diamètre minimum, peuvent être constitués de saule ou de toutes autres essences. Ces dimensions sont bien entendu théoriques, le principal étant d'assurer un système de fixation robuste pour assurer une pression suffisante.

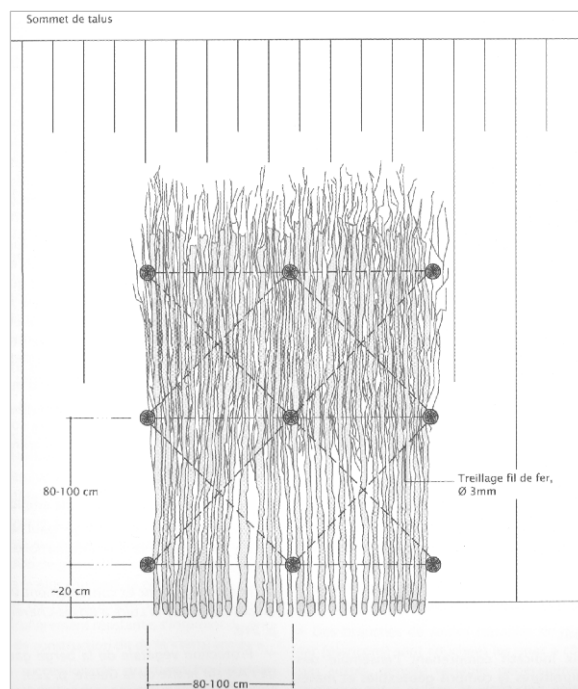


Figure 4. Schéma théorique de réalisation d'un tapis de saules (Adam *et al.*, 2008)

Si le substrat de la berge n'est pas propice à l'implantation de végétaux, il est nécessaire de faire un apport de matériel terreux également avant le positionnement des perches. Un géotextile biodégradable peut parfois s'avérer utile pour assurer une bonne protection contre l'érosion, le temps que les rejets se développent. En effet, au stade initial, la plantation de saule n'a aucun effet structurant sur la berge.

Pour le bas de berge, il est nécessaire de recourir à une technique végétale adaptée (p. 62 - 63).

Certains plants rongés ou endommagés à leur base ont occasionnellement été observés. Pour limiter ce type de désagrément, un dispositif de protection peut être envisagé. Cette protection peut être réalisée à l'aide d'un tube manchon anti-rongeur. Un manchon en acier ou en polymère rigide (PEHD) pourrait être préconisé pour faciliter les travaux de dégagement et les coupes des herbacées hautes ; l'utilisation d'une débroussailleuse à fils étant envisageable. Afin de limiter les coupes de dégagement, il est envisageable de combiner le bouturage de saules avec la pose d'une bâche afin d'augmenter les rendements de gestion. Une bâche de type Plantex® (voir ci-après) semble la plus adaptée pour le saule.

Enfin, lors du calcul de la surface à couvrir, il est important de considérer un périmètre de sécurité de 5 à 7 m autour du clone qui doit être géré. En effet, un clone de renouées asiatiques peut être comparé à un iceberg. Seule une faible proportion de son volume est visible (Beerling *et al.*, 1994). Le réseau de rhizomes occupe généralement un volume plus important en sous-sol et dépasse le périmètre du clone visible. Cette mesure est souvent difficile à mettre en œuvre sur le terrain (limite de propriété privée, route, cours d'eau, etc.). Elle doit cependant être respectée, dans la mesure du possible.

Scénario 2 : plantation de ligneux sur bâche

1. Description

Après une année de fauches mensuelles de juillet à octobre, le scénario consiste en la plantation d'essences ligneuses en motte (*Corylus avellana*) ou à racines nues (*Alnus glutinosa*), à l'emplacement du clone géré (photos 75 et 76). Les bâches rendent difficile voire impossible la plantation de ligneux à racines nues. D'autres essences (*Frangula alnii*, *Prunus spinosa*, *Sorbus aucuparia*, *Viburnum opulus*, etc.) ont également été utilisées pour les essais. Après 3 années, le noisetier a montré les meilleurs recouvrements, cette essence sera donc préférée.

Une préparation préalable des sites s'est avérée nécessaire. Elle a consisté en un aplanissement du sol par extraction des rhizomes les plus gros. Cette extraction a été réalisée de manière à éviter la dispersion de fragments de rhizomes (cf. « Devenir des résidus de gestion », p. 67). La pose de la bâche et les plantations ont été effectuées en fin de saison hivernale.

Les plantations ont été réalisées à la barre à mine à extrémité pointue ou quadrangulaire, selon une densité de 3 plants (S1R2 ou S2R2) /m² (photo 77). Ces plantations peuvent aussi être exécutées à l'aide d'une pelle (si pas de bâche) ou d'une tarière. Lors de la plantation, il est primordial que les racines des plants ne soient pas trop comprimées sur les bords.



Photos 75 - 76. Conditionnement des arbustes en motte (gauche) et à racines nues (droite) à la livraison.



Photo 77. Plantation d'arbustes en motte à l'aide d'une barre à mine.

Lors de la plantation de ligneux sur bâche, 3 types de bâches ont été utilisés : une bâche agricole, une nappe de paillage coco doublée d'une bâche en plastique noir (type Cocomat™) imperméables à l'eau et aux échanges gazeux, ainsi qu'une bâche plus résistante (utilisation du Plantex® 240 g/m²) perméable à l'eau et aux échanges gazeux. Une multitude de bâches équivalentes à celles utilisées existent sur le marché, leurs dénominations sont citées à titre indicatif. Concernant la nappe de paillage doublée, les arbustes concernés étaient des boutures de saule (photos 79 et 89). Seule la bâche de type Plantex® est conseillée car elle a montré une meilleure résistance à la perforation et permet une meilleure reprise des plants.

Pour assurer une bonne fixation de la bâche, le contour a été enterré dans une tranchée de 15 cm de profondeur, soigneusement rebouchée par la suite. Cette disposition permet d'empêcher toutes pénétrations de vent et d'eau. Lorsque plusieurs bandes ont dû être utilisées, un chevauchement de 15 à 20 cm au moins a été assuré (photos 78 et 79). Des agrafes en forme de « U » ont ensuite été placées tous les 1,5 m en tous sens sur toute la surface de la bâche, surtout en périphérie et au niveau du chevauchement. Les agrafes utilisées ont soit été achetées soit réalisées manuellement. Dans ce dernier cas, des agrafes peuvent être réalisées à l'aide de tiges d'acier à béton armé striées ou lisses de 6 mm de diamètre et 60 – 80 cm de long (soit sur 30 à 40 cm de profondeur). La symétrie de rotation peut être réalisée à l'aide d'un tour.



Photos 78 - 79. Positionnement d'une bâche agricole (gauche) ou d'une nappe de paillage (droite). Fixation du pourtour de la bâche dans une tranchée de 15 cm de profondeur à l'aide d'agrafes de fixation. Superposition des bandes successives.



Des incisions en croix ont ensuite été pratiquées au cutter à l'emplacement prévu pour chaque plant. (photos 80 - 81). Par la suite, des dégagements des renouées asiatiques ont alors été réalisés tous les mois pendant deux ans, principalement au niveau des incisions.



Photos 80 - 81. Plantations d'arbustes en motte via une incision en croix dans la bâche.



Photo 82. Vision d'ensemble de la plantation sur bâche résistante perméable (type Plantex®).

Une couche de terre de remblais (bâche agricole et bâche type Plantex® 240) de 5 à 10 cm a été apportée après finition du dispositif de manière à mieux positionner la bâche mais aussi et surtout par souci d'intégration paysagère et de camouflage. L'une des bâches, trop visible, avait été subtilisée. Pour la nappe de paillage, cette manœuvre n'a pas été nécessaire puisque son intégration paysagère est meilleure.

Des coupes de dégagement de la renouée asiatique ont ensuite été réalisées tous les mois (dès la reprise), pendant deux saisons de végétation. Concernant la plantation de ligneux sans bâche, quelques coupes des herbacées hautes (bardanes, cirses, épilobes, oseilles, poacées, etc.) ont été nécessaires la première année en vue de limiter la concurrence avec les jeunes plants. Ces coupes ont été réalisées manuellement à l'aide d'un sécateur, d'une serpe ou d'une cisaille de manière à ne pas endommager le bas des tiges des plantations par le passage d'une débroussailleuse. La nécessité de réaliser les coupes de dégagement de la renouée est expliquée au paragraphe « Fauche initiale et coupes de dégagement » p. 60.

Sur un des sites, un apport de terre a dû être réalisé pour améliorer le profil de la berge. Dans ce dernier cas, l'ouvrage a été structuré à l'aide d'une natte de coco (photo 84), des incisions en croix dans la natte ont été réalisées pour permettre la plantation. L'évolution d'un des sites sans bâche après 2 saisons de végétation des plantations est présentée sur les photos 83 à 86. A titre indicatif, après deux saisons de végétation, les noisetiers et les aulnes glutineux atteignent en moyenne respectivement 1,9 m et 2,4 m de haut avec une hauteur initiale d'environ 1 m.



Photos 83 - 86. Evolution d'un site géré par la plantation de plants à racines nues d'*Alnus glutinosa* (S2R2) sur berge talutée et structurée par une natte de coco: état initial (haut gauche), chantier terminé (haut droite), après une saison de végétation (bas gauche) après dégagements de la renouée, après deux saisons de végétation (bas droite).



L'évolution des sites d'essais avec bâche après deux saisons de végétation est présentée par les photos 87 à 89.



Photos 87 - 89. Evolution des sites après deux saisons de végétation dans le cas de plantations d'espèces arbustives réalisées sur bâche agricole (avant dégagement de la renouée, gauche), sur bâche résistante perméable à l'eau (centre) et sur nappe de paillage (boutures de saules, droite).

2. Avantages et inconvénients

La plantation de ligneux sans bâche présente l'inconvénient de manquer d'efficacité pendant les premières années de traitement, à cause de la croissance relativement lente des ligneux. Le matériel ligneux est relativement cher à l'achat.

Les travaux de dégagement sont conséquents dans un premier temps mais s'amenuisent durant la seconde année de végétation. La présence des ligneux assurerait un effet durable du chantier sur les renouées asiatiques même si les résultats ne le confirment pas après un recul de 3 années de croissance.

L'utilisation d'une bâche présente l'avantage d'occulter le sol et de bloquer les repousses de renouées asiatiques de manière efficace et immédiate. La bâche permet en effet d'avoir une action directe sur l'ombrage au sol et de réduire les travaux de dégagement puisque très peu de tiges de renouées asiatiques se développent. Elles n'apparaissent que dans les incisions en croix. La résistance à la perforation est variable en fonction du type de bâche utilisé. Les bâches agricoles offrent une faible résistance contrairement à la bâche de type Plantex® 240.

Les bâches imperméables à l'eau ne peuvent pas être utilisées en berges. Les bâches perméables par contre pourraient être utilisées en berge mais risquent fort d'être emportées par les crues. Elles sont de plus assez rigides et épousent difficilement les reliefs irréguliers des berges. L'utilisation des bâches est davantage préconisée sur sol plat où leur positionnement est plus aisé.

Les bâches peuvent être assez coûteuses en fonction du type choisi. Leur conditionnement n'est pas non plus particulièrement économique ni pratique (achat par rouleau de 2 m x 50 m, 1,25 m x 25 m, etc.). Par contre, le gain en termes de main-d'œuvre permis par la réduction du travail lors des dégagements compense leur coût.

La plantation de ligneux avec ou sans bâche n'est pas adaptée ni pour les berges érodées à affouillées (p. 55) ni pour les enrochements.

3. Conseils

Le matériel végétal est très fragile. Son transport et son conditionnement sont capitaux pour garder le matériel en bonne santé et maximiser le succès de la reprise (cf. « Utilisation du matériel végétal », p. 67).

Lors de la plantation, il faut veiller à ce que le sol soit bien tassé mais un tassement trop fort peut comprimer les racines. Dans le cas d'une plantation à racines nues, le trou de plantation doit être suffisamment grand afin que l'étalement des racines soit optimal. Il faut également éviter de casser les racines pendant la manipulation. Une plantation bien effectuée garantira de bons taux de reprise et demandera beaucoup moins d'entretien par la suite. De manière générale, mais plus spécifiquement lorsque le sol est sec, il est préconisé d'arroser chaque plant.

Les plants plus âgés (S4 au lieu de S2) sont plus chers à l'achat mais seront plus rapidement aptes à entrer en compétition avec les renouées asiatiques. Les dégagements pourront plus rapidement être espacés dans le temps car ces plants ont une hauteur plus importante. Les plants étant plus visibles, les opérations de dégagements ultérieures seront aussi facilitées.



L'emplacement de la plantation, pour le choix de l'essence à planter, est important. Les essences ligneuses à haut port ne peuvent être plantées qu'en crête de berge, tandis que les essences à port buissonnant ou arbustif peuvent être plantées jusqu'à mi-pente de berge.

Différents types de bâches existent et peuvent être utilisés. Ils se caractérisent par des propriétés techniques différentes: potentiel de biodégradation, perméabilité à l'eau et résistance à la perforation. La bâche la plus indiquée est une bâche très résistante (type Plantex® 240), biodégradable après 20 ans mais surtout perméable. Cette bâche a permis une bonne reprise des plantations mises en place. La simple bâche agricole peut être performante mais son imperméabilité rend difficile la reprise des plantations et elle n'est pas biodégradable. Elle se perfore très vite lors de la plantation. Les bâches de type nappe de paillage épaisse (type Cocomat™ doublé d'une bâche plastifiée) sont plus résistantes à la perforation mais difficiles à placer car plus rigides, elles sont là aussi imperméables et ne favorisent donc pas la reprise des ligneux.

Associer les plantations à l'installation d'une bâche permet d'avoir un effet durable de la gestion. Lorsque la bâche sera en cours de dégradation et perdra son pouvoir couvrant, les plantations auront atteint une taille suffisante que pour générer un ombrage au sol plus important. La bâche, si elle n'est pas biodégradable, pourrait éventuellement être retirée lorsque le couvert ligneux est jugé suffisant.

Pour le bas de berge, il est nécessaire de recourir à une technique végétale adaptée (p. 62 - 63).

Les mêmes précautions que le scénario 1 doivent être prises afin d'éviter d'endommager les plantations de ligneux.

Lors du calcul de la surface à couvrir, il est important de considérer un périmètre de sécurité de 5 à 7 m autour du clone qui doit être géré pour les mêmes raisons qui ont été invoquées en fin de paragraphe du scénario 1.

Enfin, comme dit précédemment, il aurait été intéressant de combiner la plantation de boutures de saule sur une bâche de type Plantex® 240. Celle-ci étant perméable à l'eau, les boutures auraient bénéficié d'apports hydriques nécessaires à l'optimisation de leur croissance.

Rem : L'utilisation du cornouiller (surtout *Cornus sanguinea*) comme arbuste a souvent été proposé mais écarté car ce genre produit de nombreux rejets, qu'il serait difficile de ne pas gérer au même titre que les repousses de renouées asiatiques.

Scénario 3 : plantation d'herbacées

1. Description

La plantation d'herbacées a également été testée. Les espèces ont été choisies en fonction de l'habitat concerné et des espèces présentes à proximité du site, à savoir la baldingère (*Phalaris arundinacea*) et la reine des prés (*Filipendula ulmaria*). Ces deux espèces ont été choisies pour certains critères, la première est pourvue d'un système racinaire bien développé et profond alors que la seconde se développe par un système rhizomateux. Ces systèmes souterrains sont nettement moins développés que les rhizomes des renouées asiatiques mais pourraient entrer en concurrence directe avec ceux-ci, comparativement à d'autres herbacées.

Après une année de fauches mensuelles durant toute la saison de végétation des renouées asiatiques, les plantations ont été réalisées suivant un processus identique à celui des plantations d'essences ligneuses, mais selon une densité plus importante. Concernant la baldingère, les plants ont été achetés en motte et plantés à l'aide d'une barre à mine à raison de minimum 5 plants/m² (photos 91 et 92). Pour la reine des prés, le matériel végétal a directement été prélevé sur le terrain (photo 90) et planté à l'aide d'une pelle à raison de 8 - 9 rhizomes/m². Les résultats de 2009 ont montré que seule la reine des prés a présenté une réelle compétition face à la renouée du Japon, seule cette espèce est préférable lors de la gestion.

L'évolution des sites d'essais après deux saisons de végétation est présentée par les photos 93 et 94.



Photos 90 - 92. Plant et rhizomes de reine des prés (gauche). Conditionnement des herbacées (baldingère) en motte à la livraison (centre). Plantation d'herbacées en motte à l'aide d'une barre à mine (droite).



Photos 93 - 94. Evolution des plantations d'herbacées après deux années de végétation : *Phalaris arundinacea* (gauche) et *Filipendula ulmaria* (droite).

2. Avantages et inconvénients

Le matériel végétal peut être prélevé dans les populations avoisinantes du site géré mais cela représente un coût en main-d'œuvre très important. Cette main-d'œuvre est aussi fortement sollicitée pour la plantation d'herbacées avec une telle densité de plants.

Le couvert prend du temps à se fermer, ce qui nécessite beaucoup d'opérations de dégagement.

La plantation d'herbacées permet de végétaliser des sites où la plantation d'essences ligneuses ou arbustives ne pourrait pas être envisagée ; de plus, la plantation d'herbacées n'est envisageable que sur des surfaces faibles.

3. Conseils

Il est important d'assurer un bon degré d'humidité des plants de l'achat à la plantation. Seuls des plants en bonne santé doivent être plantés sous peine de devoir faire des regarnissages coûteux.

La plantation d'herbacées pourrait être un bon complément à la plantation d'essences arborescentes ou arbustives, les herbacées étant plantées en pied de berge, les ligneux en crête de berge.

Assurer une densité plus importante de plantation permettrait une fermeture du couvert plus rapide mais représente un surcoût laissé à l'appréciation du gestionnaire.

S'il y a sapement de la berge, il est nécessaire de recourir à une technique végétale adaptée (p. 62 - 63).

Enfin, lors du calcul de la surface à couvrir, il est important de considérer un périmètre de sécurité de 5 à 7 m autour du clone qui doit être géré pour les mêmes raisons qui ont été invoquées en fin de paragraphe du scénario 1.



Fauche initiale et coupes de dégagement

1. Description

Avant de réaliser une gestion, une fauche préalable du clone est nécessaire. Dans le cas des essais, la première fauche a été réalisée en juillet. A cette période de l'année, les renouées asiatiques ont atteint leur hauteur maximale (2,15 m en moyenne). La fauche a été réalisée à la débroussailleuse (lame trident).

Comme le montre la figure 5, après une gestion annuelle, les tiges atteignent encore entre 35 cm et 60 cm de hauteur moyenne (année 2) et entre 30 cm et 55 cm de hauteur moyenne (année 3) durant les mois de végétation les plus productifs (juin à août). Cette figure souligne que des dégagements mensuels s'avèrent être indispensables, au risque que les repousses n'étouffent rapidement les plantations. Dans le cadre des essais, les dégagements pratiqués dès la seconde année ont été réalisés au sécateur, à la cisaille ou à la serpe. Ils ont consisté en la coupe de toutes les tiges de renouées asiatiques présentes de taille suffisante (> 10 – 15 cm de haut).

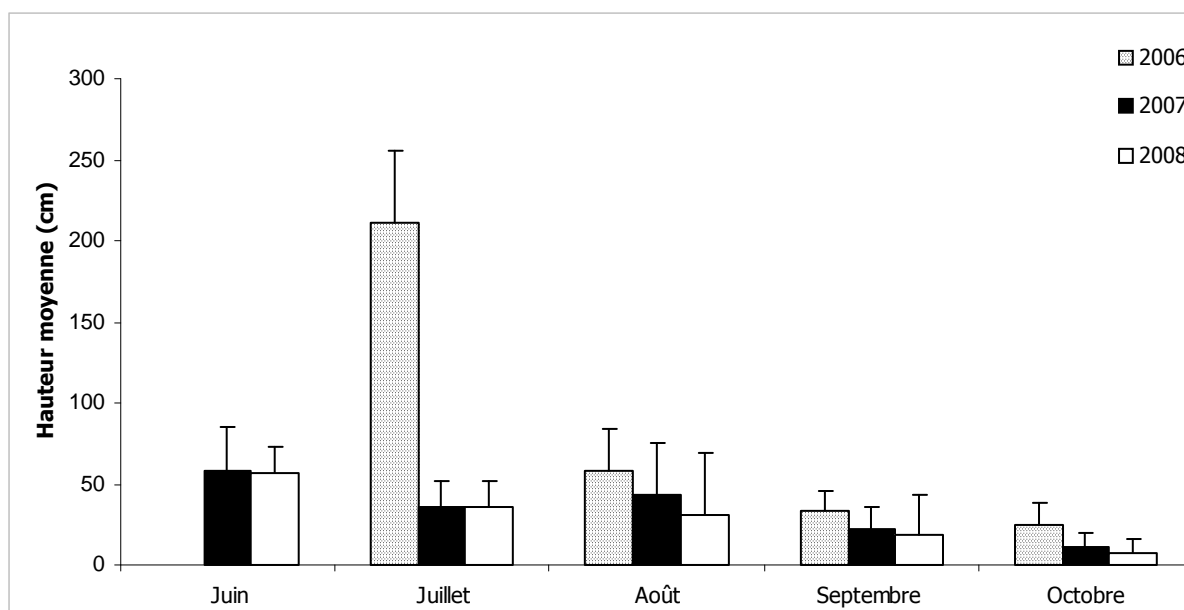


Figure 5. Evolution des hauteurs moyennes (n quadrats : 18)

2. Avantages et inconvénients

La fauche initiale et les coupes de dégagement demandent beaucoup de main-d'œuvre et représentent la contribution la plus importante aux coûts de la gestion. Ces opérations sont toutefois nécessaires pour garantir la survie des plantations et épuiser les ressources nutritives contenues dans les rhizomes. Certains des scénarios de gestion présentés permettent de réduire ces coupes et les coûts qui en découlent.

3. Conseils

Lors des fauches, il est conseillé de pratiquer des coupes nettes et uniques de chaque tige pour faciliter le travail de ramassage des résidus de gestion par la suite. Ceci implique un fauchage latéral à ras du sol, en sens unique, lorsque la coupe est pratiquée à la débroussailleuse (photos 95 et 96). Le retrait progressif des tiges coupées peut permettre d'éviter ces coupes secondaires et facilite le travail de l'opérateur lorsque les tiges sont de grande taille.

Les coupes sur tiges plus petites, lors des dégagements ou plus tôt dans la saison, sont réalisées à l'aide d'un sécateur ou tout autre outil bien aiguisé (par ex. : serpe italienne). La débroussailleuse est à exclure lorsque les tiges sont fines, pour éviter les projections. La coupe doit idéalement être réalisée en dessous du premier nœud afin de ralentir la repousse et de faciliter la réalisation des opérations ultérieures (photo 97). L'arrachage des jeunes pousses pourrait être envisagé mais le travail serait moins propre et entraînerait l'arrachage de fragments de rhizomes avec le risque de dispersion et de reprises que cela comporte. L'arrachage est par conséquent déconseillé. Les dégagements sont idéalement réalisés manuellement et sélectivement en vue de préserver la végétation herbacée indigène présente.

La fréquence de ces entretiens peut ensuite être réduite d'après l'évolution du site (croissance des espèces indigènes et diminution des repousses de renouées asiatiques). Cette évolution de la fréquence des entretiens est laissée à l'appréciation du gestionnaire.



Afin de faciliter les travaux de dégagement des scénarios incluant la plantation de ligneux, l'utilisation d'un manchon anti-rongeur en acier ou en polyéthylène rigide (PEHD) semble prometteuse. En effet, ce dispositif permettrait aux gestionnaires d'utiliser une débroussailluse à fils et non plus des coupes manuelles. Néanmoins, les tiges de renouées asiatiques situées en bas de berge doivent impérativement être coupées manuellement à l'aide d'un outil bien aiguisé pour éviter toutes chutes et pertes de matériel végétal dans le cours d'eau.



Photos 95 - 96. Fauchage des renouées asiatiques avec retrait simultané des tiges coupées pour éviter les secondes coupes.



Photo 97. Repousses de tiges un mois après la fauche au départ des nœuds.

Utilisation du matériel végétal

Le choix des espèces à implanter est primordial. Les espèces indigènes sont bien entendu les seules considérées pour réaliser les plantations. La composition de la flore présente aux alentours du site géré est à prendre en compte lors du choix des espèces. Elle permettra de sélectionner les essences les plus appropriées et de respecter le type de végétation adapté à la station. Elle permettra également d'inventorier les possibilités d'approvisionnement en matériel végétal sur place lors du bouturage de saules ou de la plantation d'herbacées. Cet approvisionnement est à privilégier pour différentes raisons : il réduit les coûts de gestion et permet l'utilisation d'une végétation adaptée, optimisant les reprises.

Lorsque les espèces choisies ne sont pas présentes aux alentours du site géré, il est bien entendu important de s'assurer que le site répond à leurs exigences écologiques (régime hydrique, luminosité, etc.). Si les conditions ne sont pas rencontrées naturellement, il est parfois possible de les améliorer par des gestions adaptées (abattage pour mise en lumière, etc.).

Une fois le matériel végétal acquis, il doit être mis en terre le plus rapidement possible pour éviter qu'il ne se dessèche. Si les chantiers doivent être différés, le matériel doit être stocké de manière à conserver un taux d'humidité suffisant et qu'il ne soit pas en souffrance lors de la plantation. Le matériel végétal peut être mis en jauge par exemple, cette manipulation est surtout indispensable pour les plants ligneux à racines nues. Sur le terrain, pendant le chantier, le matériel végétal doit également être traité avec soin. Il doit être stocké à l'ombre et si possible en partie dans l'eau.

Les plants achetés en motte sont généralement préférables car leur manutention est plus facile. Leur reprise est par contre un peu plus lente.



Méthodes inefficaces

Certaines méthodes de gestion testées se sont avérées inefficaces: la fauche mensuelle utilisée seule, le désherbage thermique à flamme nue, la pose de géotextile biodégradable de type treillis de coco tissé ainsi que le semis d'herbacées manuel ou hydraulique (hydroseeding).

La fauche, pratiquée pendant trois ans, a permis une certaine réduction du volume en tiges produit mais celui-ci a montré une augmentation la dernière année. La densité en tiges a également fortement augmenté. Les clones semblent conserver leur vigueur et il est plus que probable que l'éradication ne pourrait être atteinte qu'après une période plus longue qu'avec les autres scénarios de gestion. La fauche, pratiquée seule, est par conséquent déconseillée.

Le traitement thermique à flamme nue a entraîné une densification importante des clones gérés. Il semble stimuler l'émergence des bourgeons secondaires. La technique est par conséquent jugée inefficace également. Une technique similaire par infrarouges a été envisagée mais n'a pas été testée car celle-ci ne brûle que les tissus aériens et non souterrains. Outre cette inefficacité, elle présente l'inconvénient de la nécessité de couper les tiges préalablement lorsque celles-ci se sont trop développées (mois productifs ou fortes précipitations entraînant un retard dans la gestion).

L'utilisation des nattes de coco n'a pas fait preuve d'efficacité pour gérer les renouées asiatiques, les tiges poussant à travers les mailles. Il est toutefois possible que l'utilisation de ces nattes reste nécessaire sur certains chantiers, pour leur rôle structurant des berges, lors du soutien de terres fraîchement talutées par exemple.

La réalisation d'un semis d'herbacées a donné des résultats très encourageants dans un premier temps mais une augmentation du volume produit en tiges a été observée la troisième année de gestion. L'efficacité de la technique sur le long terme est par conséquent douteuse. Seules des fauches intensives auraient pu permettre une densification du couvert mais n'est pas réalisable à grande échelle.

Proposition de gestion pour berges érodées

La technique non-testée suivante est proposée pour tenter de limiter la dissémination des rhizomes en bas de berge lorsque celle-ci est érodée ou affouillée. D'autres techniques pourraient être envisagées. Les scénarios précédents ne résolvent pas la problématique des rhizomes affleurant et disposés à être arrachés à la moindre perturbation (crue, piétinement par les bovins, etc.) (photos 98 et 99).



Photos 98 - 99. Berge affouillée non gérable par les scénarios envisagés. Reprises et rhizome apparent en bas de berge.

Cette technique (figure 6) consisterait en l'établissement d'une technique végétale en pied de berge. Derrière ce dispositif de protection de berge, une bâche perméable (type Plantex) serait placée en-dessous du niveau des basses eaux lorsque la nappe phréatique est à son niveau bas de manière à ce que les rhizomes ne puissent atteindre en aucun cas le cours d'eau. Un travail préalable de retalutage (30°) de la berge (déblais) serait souhaitable afin que la bâche soit mieux maintenue au ras du sol. Ces déblais devraient impérativement être exportés en lieu sûr (*e.g.* : Centre d'Enfouissement Technique), vu leur contenu en rhizomes. De la terre saine (exempte de rhizomes) serait apportée pour maintenir la bâche et serait intercalée entre la bâche et la technique végétale. Au vu des coûts d'excavation (p. 63 - 64), il est important de limiter au maximum le cubage de déblais lors du chantier.

Plusieurs techniques végétales pourraient être préférées comme la fascine de saules, les caissons végétalisés ou encore le tressage. Les coûts de ces techniques sont très variables d'un chantier à un autre et difficilement chiffrables. De plus, pour s'assurer qu'il n'y ait aucun interstice dans l'ouvrage et donc s'assurer que les rhizomes ne le franchissent jamais sous peine que de nouveaux rhizomes puissent être disséminés plus en aval du cours d'eau, celui-ci devrait être plus solidement confectionné qu'un ouvrage standard.



A titre indicatif, plusieurs coûts de techniques végétales ont été avancés par l'ULG⁵ et le GIREA⁶. Ces valeurs sont variables d'un chantier à un autre:

- Fascine de saules: 40 - 70 € par mètre linéaire géré;
- Caissons végétalisés: 50 - 100 € le m³;
- Tressage: non connu.

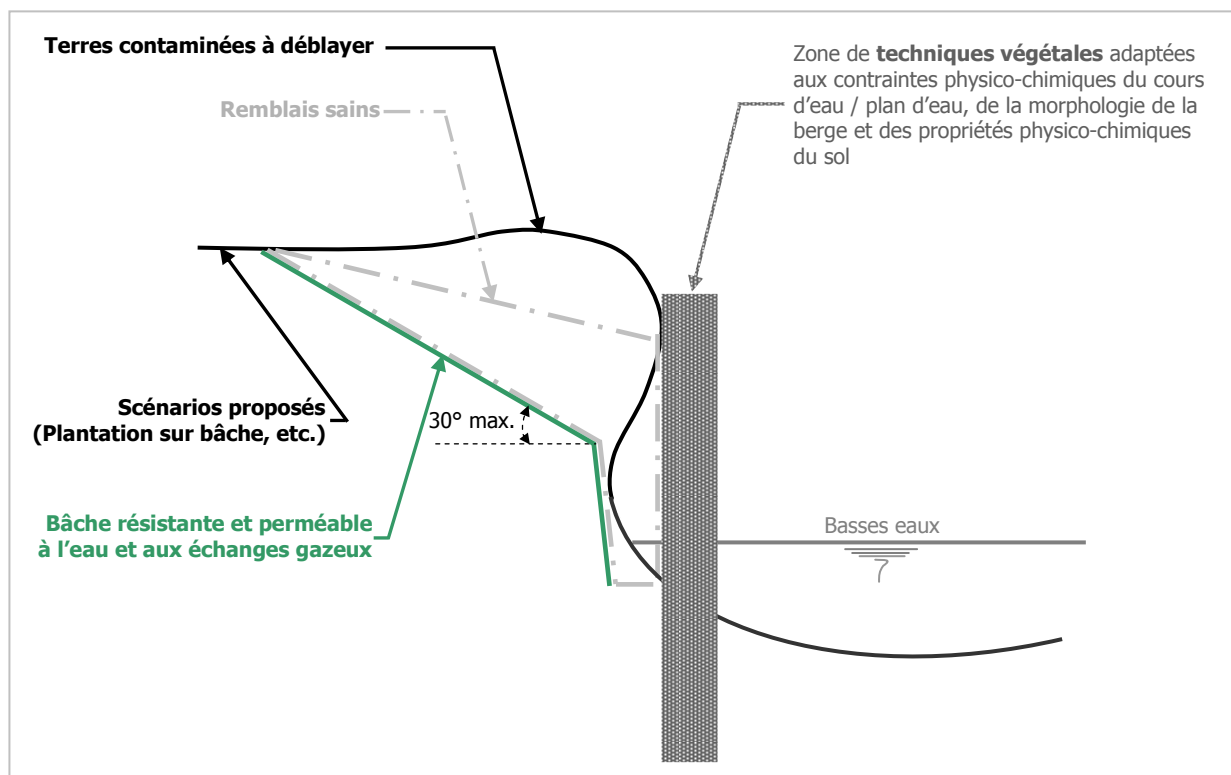


Figure 6. Schématisation d'une proposition de technique végétale sur berge affouillée et du travail en recul de la zone de techniques végétales

Excavation du site envahi

L'excavation est pratiquée en Angleterre et en Suisse sur des clones de renouées asiatiques de taille réduite. Une des techniques d'excavation proposée dans la littérature s'effectue sur plus de 3 m de profondeur et considère une zone tampon de 7 m autour du clone de renouées asiatiques.

Ensuite, il convient d'exporter et de traiter les produits de l'excavation. Plusieurs méthodes sont proposées pour traiter les terres contaminées : enterrement des terres à plus de 5 m de profondeur, traitement chimique des terres, exportation des terres en Centre d'Enfouissement Technique, etc.

Une troisième étape consiste en la mise en place d'une bâche anti-racine.

Enfin, le remblaiement du site par des terres saines termine la bonne pratique de cette méthode.

Un calcul des coûts de cette technique a été effectué.

En considérant un clone de 100 m² (10 m x 10 m) le long d'un cours d'eau et une zone tampon de 7 m, la surface est ramenée à 408 m² (17 m x 24 m) soit 1224 m³ (3 m de profondeur) de terre à excaver (± 9 €/m³ HTVA pour déblaiement et ± 12 €/m³ HTVA pour évacuation vers un site autorisé) et 1470 m³ de terre saine à remblayer en estimant un Kf⁷ de 1,2 (± 15 €/m³ HTVA pour des terres composées au 2/3 de remblais mélangés agréés et à 1/3 de terre arable).

⁵ Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie fluviale

⁶ Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée

⁷ Le Kf exprime le coefficient de foisonnement permettant de connaître le volume de terre foisonnée à partir du volume de terre en place. Le foisonnement étant l'augmentation du volume du sol suite à un déplacement (pelle mécanique, etc.).



Considérant l'exportation des terres vers un site autorisé comme unique solution de traitement des terres contaminées et l'utilisation d'une bâche type Plantex[®] 240 disposée sur le fond et les profils (2,4 €/m² HTVA et 582 m² à placer), le coût de la méthode est estimée à un peu moins de 50000 € HTVA pour 100 m² de clone apparent de renouée du Japon.

Il est toutefois impossible de faire une estimation précise de coût sans connaître précisément le chantier dont il est question. Les prix peuvent varier de manière importante en fonction des facilités ou des complications de chantier et en fonction de l'opportunité éventuelle d'un entrepreneur.

Si les terres contaminées sont considérées comme déchet de classe 2 (traitées en Centre d'Enfouissement Technique), le coût est majoré de 120 € HTVA la tonne de terre exportée. Si on considère une densité de 2 kg/dm³ pour la terre exportée, le coût de l'exportation est de 1124 m³ x 2 kg/dm³ x 120 €/T = 293760 € HTVA.

L'estimation du coût total de l'excavation (déblaiement des terres contaminées, mise en place du géotextile, remblaiement par des remblais sains) pour **100 m² de clone** sur **3 m de profondeur** et une zone tampon de **7 m autour du clone** est de **343000 € HTVA** en considérant les terres exportées comme **déchet de classe 2⁸** et d'un peu **moins de 50000 € HTVA** si exportation des terres contaminées vers un site autorisé. Si la **zone tampon** est diminuée à **5 m**, l'estimation du coût total de l'excavation varie de **252000 € HTVA** et **36000 € HTVA** en fonction qu'il s'agisse respectivement d'un déchet de classe 2 ou non.

Ces estimations de coût ne tiennent pas compte de la mise en place d'un dispositif de dérivation des eaux (par ex. pose de palplanches), de la main-d'œuvre nécessaire pour l'installation de la bâche anti-racine lors des travaux de gestion et du coût d'une éventuelle technique végétale de bas de berge (fascines, caissons végétalisés, etc.).

Au vu de cette estimation de coût, cette méthode confirme donc qu'elle est difficilement réalisable voire impraticable aussi bien à grande échelle qu'à l'échelle stationnelle.



2. Spécificités de la gestion

Les caractéristiques biologiques des renouées asiatiques rendent ces plantes particulièrement difficiles à gérer et à éradiquer. En Europe, les renouées asiatiques se reproduisent principalement de manière végétative. La reproduction végétative consiste en la production d'un nouvel individu à partir d'un fragment d'un individu parent de la même espèce, sans recours à la reproduction sexuée. Les individus issus de la reproduction végétative forment par conséquent un groupe d'individus génétiquement identiques à l'ancêtre commun, ce sont des **clones** de celui-ci.

Chez les renouées asiatiques, les parties de la plante les plus aptes à la reproduction végétative sont, par ordre d'importance, les fragments de rhizome et les nœuds des tiges (photos 100 à 107).

Les renouées asiatiques débutent leur croissance au mois d'avril/mai, pour se terminer au début des premières gelées. Lorsque les jeunes tiges émergent du sol, elles contiennent déjà l'ensemble des nœuds de la future tige. Les tiges grandissent ensuite par simple allongement des entrenœuds. La vitesse de croissance journalière peut atteindre 4 cm/j. Cette croissance se fait, dans un premier temps, grâce aux ressources nutritives des rhizomes. En ce qui concerne la renouée du Japon, les tiges atteignent leur taille maximale en juillet : $2,15 \pm 0,94$ m (n=660). Elles présentent alors un diamètre moyen de $2,03 \pm 1,05$ cm (n=660). Bien que toujours creuses, elles deviennent très dures et lignifiées à la base.

Lors de la croissance des tiges, l'activité photosynthétique est concentrée sur la production de tissus. En septembre, la saison de végétation se terminant, les éléments nutritifs sont renvoyés dans les rhizomes pour être stockés. Chez les renouées asiatiques, les rhizomes sont très lignifiés et de couleur orange brunâtre (photos 108 à 110). Ils permettront la survie de la plante durant l'hiver et la repousse au printemps suivant. Chaque fragment de rhizome contient donc les matières nutritives assurant sa survie pendant une longue durée, sans apport d'éléments nutritifs extérieurs. Le pouvoir de régénération du rhizome est très important: un fragment de 0,1 g de rhizome peut former un nouvel individu. Le rhizome représente par conséquent l'élément de propagation principal de la plante. Les photos 90 et 91 témoignent bien de la difficulté de gérer ces organes souterrains, le rhizome principal ayant un diamètre nettement supérieur à 6 cm et s'enfouissant profondément dans le sol.

Les renouées asiatiques possèdent également une certaine capacité de reproduction végétative au départ des nœuds des tiges. Toutefois, le pouvoir de régénération de ces tissus est nettement inférieur à celui des rhizomes et leur multiplication ne peut se produire que dans conditions bien particulières. Les tiges doivent être en contact avec le sol de manière suffisante, avec un certain taux d'humidité (pluviométrie importante), comme les tiges enterrées par exemple.

Par conséquent, toutes les précautions doivent impérativement être prises pour éviter la dispersion de fragments de rhizomes ou de terre contaminée par ceux-ci, lors des chantiers.



Photos 100 - 101. Reprises de racines et de rhizomes secondaires à partir d'un rhizome de 6 g.



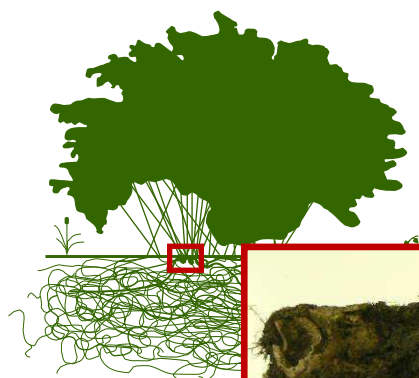
Photos 102 - 103. Pousses de tige au départ des nœuds de tiges fauchées.



Photos 104 - 105. Pousses de rhizomes au départ des nœuds de tiges fauchées stockées pour séchage.



Photos 106 - 107. Pousses de tiges au départ de fragments de rhizome déterrés depuis un mois.



Photos 108 - 110. Coupe transversale dans un rhizome lignifié (gauche), vue longitudinale du rhizome principal (centre) et bourgeons de futures tiges (droite) de renouée du Japon.



3. Devenir des résidus de gestion

Quelle que soit la méthode de gestion mécanique utilisée, il faut éviter d'enfouir les résidus de gestion dans le sol (par piétinement par exemple) pour écarter tout risque de reprises. Pour ce faire, il est recommandé de rassembler les tiges coupées (au râteau par exemple) et de les entasser en amas en vue de les laisser sécher. Les amas peuvent être constitués sur le site même, à l'endroit de la population fauchée ou à proximité. Ils doivent être déposés si possible sur bâche, et de manière suffisamment éloignée de la berge pour ne pas être emportés par des crues éventuelles. Il est nécessaire de les recouvrir d'une bâche par temps venteux.

Les amas ne doivent pas être placés dans des zones ne facilitant pas le séchage comme en milieu fermé, au sein d'une végétation dense, sans surveillance.

A chaque opération de dégagement, les résidus de gestion seront déposés au même endroit et les anciens résidus seront inspectés en vue de détecter toute reprise suspecte. Les amas pourront également être retournés à la fourche pour faciliter leur séchage.

Le séchage ne peut être réalisé comme tel que dans le cas de fauches nettes c'est à dire si aucun fragment de rhizome n'est présent dans les résidus. Si des fragments de rhizomes font partie des résidus, ils devront absolument être brûlés sur place ou exportés pour incinération dans un endroit plus approprié. Il est possible de brûler les tiges encore vertes sur un feu de bois très actif, alimenté progressivement (photo 111).

Si les résidus doivent être exportés pour stockage et/ou incinération, ils devront être soigneusement bâchés pour le transport. Il est conseillé que les sites de stockage soient des sites d'accès limité, en milieu ouvert. Les résidus devront également être déposés sur sol stérile ou préalablement bâchés, et couverts par temps venteux. Ils seront incinérés si des fragments de rhizomes sont présents ou si le séchage ne permet pas de stopper les reprises de racines ou de rhizomes au niveau des nœuds.

Le compostage est à exclure. Il est en effet difficile d'atteindre les températures suffisantes pour supprimer le potentiel de reproduction végétatif (plus de 70°C) (Bollens, 2005 ; De Waal, 2001). **Les résidus de gestion ne peuvent par conséquent pas être déposés dans les déchets verts.**



Photo 111. Incinération des résidus de fauche peu séchés à l'aide d'un feu de bois très actif

Lorsque des couvertures de sol doivent être placées ou que des plantations sont envisagées, il est judicieux d'extraire les « souches » dépassant de la surface du sol afin d'aplanir le terrain et de faciliter les opérations ultérieures. Le retrait des souches peut être réalisé avec plusieurs types d'outils (bêche, pioche, houe à vigne, etc.) mais doit être effectué le plus soigneusement possible pour éviter toute dispersion de fragments de rhizomes.

Les souches extraites devront absolument être brûlées le plus rapidement possible sur le site même, en incinérateur ou sur un sol stérile (photos 112 et 113).



Photos 112 - 113. Amas de rhizomes de renouées asiatiques extraits lors de la préparation du terrain, à incinérer



4. Efficacité et coûts

Les efficacités des différents scénarios de gestion sont présentées en figures 7 et 8. Les techniques jugées inefficaces (pulvérisation, désherbage thermique, etc.) ne sont pas reprises dans ces figures. Les coûts des différents scénarios de gestion sont présentés dans le tableau 13. Ces coûts sont majorés selon que l'on considère la gestion d'une **zone tampon de 5 ou 7 m**. En considérant un clone de 100 m² le long d'un cours d'eau et une zone tampon de 7 m, la surface est ramenée à 408 m² soit 308 m² supplémentaires à gérer pour les dispositifs (tapis de saules, herbacées, ligneux, etc.). Si une zone tampon de 5 m est ajoutée, la surface supplémentaire à gérer est de 200 m². Une estimation des coûts a été effectuée en considérant ces zones tampons. Les coûts présentés prennent en compte : 1) un coût de plantation de 2 €/plant (HTVA) avec une densité de plantations de 3 plants/m² ; 2) un coût en bâche de 2,4 €/m² (HTVA) et 3) un coût en Roundup® Max de 14,5 €/L HTVA. Ceux-ci représentent donc les coûts en matières premières des dispositifs (MP). Le matériel végétal, pour les plantations de saules et d'herbacées, est considéré comme disponible sur le terrain et est directement inclus dans les coûts de main-d'œuvre nécessaires pour leur prélèvement.

Les rendements sont illustrés en figure 9.

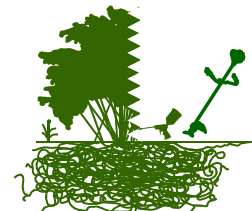
Pour un clone de **100 m²** le long d'un cours d'eau avec une **zone tampon de 5 ou 7 m**, le tableau 13 montre clairement que les coûts en main-d'œuvre (MO) de l'injection (41 €/100m²) sur **2 années** sont nettement moins élevés comparativement aux coûts de la gestion mécanique. A ces 41 €, il faut ajouter le coût du Roundup® Max s'élevant à 1,3 € pour un clone de densité moyenne en tiges de 26 à 27 tiges / 5 m² avec une dilution de 34 X. Pour 100 m², les coûts de l'injection peuvent être majorés d'approximativement 1100 € (MO pour la plantation ultérieure de boutures de saule) à 1150 € (MO + MP pour la plantation de ligneux) lorsqu'une gestion mécanique ultérieure est réalisée. Rappelons que cette gestion mécanique postérieure est primordiale sur le long terme. Le faible coût de l'injection se traduit notamment par le fait qu'un seul passage a été nécessaire contre 12 à 15 passages (3 années) pour la fauche initiale et les coupes de dégagement lors de la gestion mécanique. Quant aux coûts de la **gestion mécanique sur trois années**, ils oscillent entre **1900 €** et environ **3000 € HTVA** sans considérer la zone tampon (entre 5400 € et 9300 € en considérant une zone tampon de 7 m). Ces coûts n'intègrent pas les coûts en MO liés aux coupes de dégagement de tiges de renouées nouvellement apparentes pour la zone tampon. Le coût des scénarios mécaniques est largement influencé par la MO lors de la mise en place des dispositifs. La plantation de ligneux est le scénario mécanique le moins coûteux en termes de MO, la densité de plantation étant moindre. Le second scénario de gestion mécanique le moins coûteux en MO est la plantation de ligneux sur bâche. Lorsque l'injection est combinée au bouturage de saule ou la plantation de ligneux, il est possible de diminuer les coûts en MO entre 700 € et 1800 € (sans et avec zone tampon) si l'on considère que l'injection garde son efficacité durant la 3^{ème} année. Il est fort probable que l'injection l'efficacité se maintienne entre la 2^{ème} et la 3^{ème} années au vu des tests sur les rhizomes.

Tableau 13. Coûts moyens en main-d'œuvre (MO = 36 €/h) (€/100 m²), coût en MO du dispositif (€/100 m²) (MOD), coût des matières premières du dispositif (€/100 m²) (MP), et coût total (€) sans et avec zone tampon de 5 et 7 m (T₀ / T₅ / T₇). Coûts de la technique de bas de berge non-inclus.

Scénario de gestion	C 100 m ² (MO)	C 100m ² (MOD)	C 100 m ² (MP)	C total (T ₀ / T ₅ / T ₇)
Injection seule (n = 22)	41	/	1,3	42,3 / - / -
Bouturage de saule (n = 2)	2057	1100	0	2057 / 4257 / 6738
Tapis de saule (n = 1)	3000	2050	0	3000 / 7100 / 9314
Plantations de ligneux sur bâches (n = 3)	1565	830	600 + 240	2405 / 4905 / 7239
Plantations de ligneux (n = 3)	1286	550	600	1886 / 4186 / 5428
Plantations d'herbacées (n = 2)	2250	1800 (si reine des prés)	0	2250 / 5850 / 7794
Injection combinée au bouturage de saule	1141	1100	0 + 1,3	1141 / 3342 / 4531
Injection combinée à la plantation de ligneux	591	550	600 + 1,3	1191 / 3491 / 4733

Si la berge est érodée ou affouillée, le coût d'un dispositif de protection de bas de berge doit être pris en compte. Si la technique de **fascinage** est utilisée, les coûts présentés dans le tableau 13 peuvent être majorés de 40 à 70 €/mètre linéaire (ml) x 24 ml (10 m + 2 x 7 m) soit **960 € à 1680 € HTVA** pour un clone de 100 m² apparent et 7 m de zone tampon. Malheureusement, ce cas de figure est fréquemment observé sur le terrain.

L'examen des efficacités (fig. 7) en perte de volume en tiges principales entre août - septembre 2009 et l'état initial (juillet 2006) montre que l'ensemble des scénarios de gestion mécanique, hormis la plantation de ligneux, mène à des résultats relativement équivalents. Ces efficacités sont comparées à la fauche mensuelle utilisée seule afin de souligner leurs meilleures efficacités. L'injection (septembre 2009 vs août 2007) a montré une efficacité incontestablement supérieure aux méthodes mécaniques. Ainsi, lors de l'injection, en estimant le volume des tiges à celle d'un cône, les rhizomes n'ont généré qu'un peu plus de 1 cm³ en tiges principales par m² contre environ 40 cm³ pour les meilleures méthodes de gestion mécanique (350 cm³ pour la plantation de ligneux).



Malgré des réductions de volume oscillant entre – 97,5 % et – 99,5 %, la figure 8 met en évidence, après 3 années de gestion et une année sans gestion (2009), que les clones présentent encore des tiges de hauteur moyenne supérieure à 0,50 m avec un recouvrement compris entre 25 et 40 % contre 100 % initialement. Cela montre que les scénarios de gestion mécanique n'ont pas permis d'éradiquer dans leur intégralité les clones de renouées asiatiques après 3 années de gestion. Il est donc nécessaire de réaliser des dégagements mensuels durant les années ultérieures. Ces coupes de dégagement pourront être espacées au fur et à mesure du temps. Concernant la plantation de ligneux sans bâche, les clones présentent des tiges d'une hauteur moyenne de 1,30 m avec un recouvrement proche des 60 %. Cela confirme que la technique n'a pas été concluante sur le court terme.

A titre comparatif, après 3 années de gestion et une année sans coupes de dégagement, la fauche mensuelle utilisée seule a donné une efficacité en perte de volume de – 79,0 % avec des tiges atteignant près de 1,60 m de haut et un recouvrement de 100 %.

Les clones gérés par injection présentent des tiges et feuilles atteintes le plus souvent de nanisme. Après 2 années, les tiges atteignent en moyenne moins de 4 cm de haut avec un recouvrement inférieur à 2,5 %. Ces données ne prennent pas en compte qu'un des 3 clones présentait une efficacité de 100 % et donc une absence d'organes aériens.

Enfin, la bâche de type Plantex® et la reine des prés ont montré les meilleures efficacités dans leur méthode de gestion respective. Malheureusement, aucune répétition n'est là pour asseoir ces résultats mais l'hypothèse d'utiliser cette bâche et cette espèce semble un choix judicieux lors de la gestion.

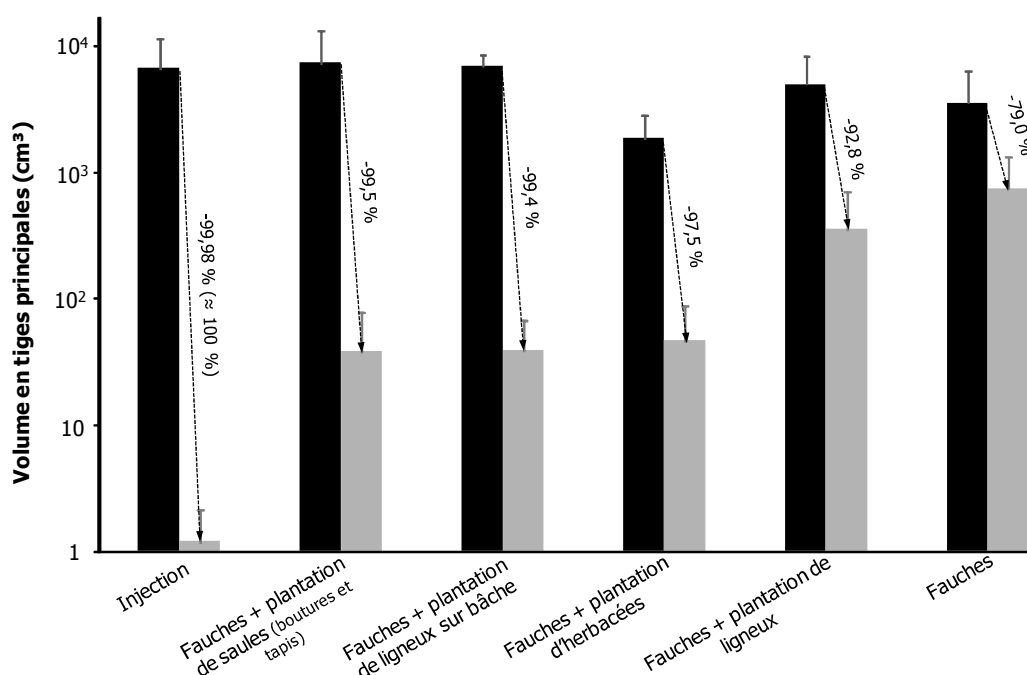


Figure 7. Efficacité des scénarios de gestion sur 2 (chimique) et 3 (mécanique) années (sans fauche en 2009), sur base de la réduction du volume en tiges principales par rapport à la situation initiale (bâtonnets noirs : injection : août 2007 ; scénarios mécaniques : juillet 2006 et bâtonnets gris : août-septembre 2009).

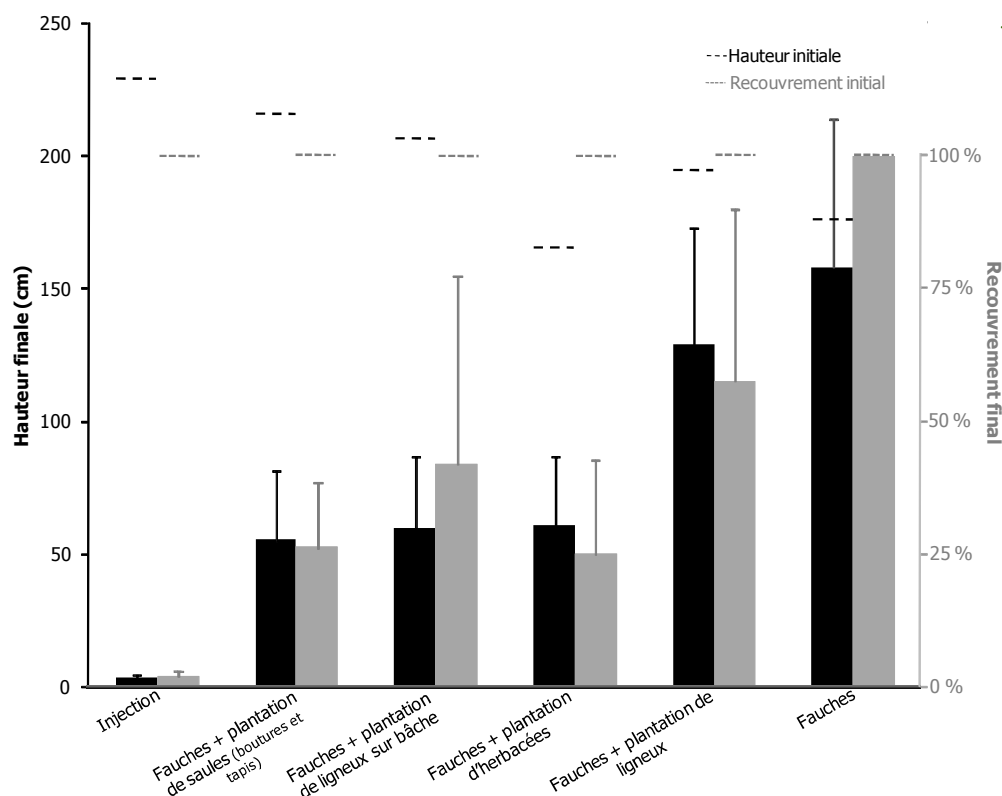


Figure 8. Hauteurs moyennes et recouvrements moyens des scénarios de gestion considérés comme efficaces (hormis fauchages) après 2 (chimique) et 3 (mécanique) années (sans fauche en 2009).

La figure 9 relative aux rendements montre que l'injection est de loin la gestion la plus expéditive et permet d'interpréter directement les coûts en MO faible de cette technique. Cette figure met en évidence que les gestions par plantations d'herbacées et de saules sont indubitablement les moins rapides. La mise en place longue de ces dispositifs justifie la perte de rendement. Cela s'explique simplement par la densité de plantation par m² (9 rhizomes et 4-5 boutures/m²) sont importantes comparativement à la plantation de ligneux (2-3 plantations/m²).

Pour information, la pulvérisation a donné des rendements de $74,2 \pm 17,6$ m²/ (h.homme). En plus de donner une efficacité moindre comparativement à l'injection avec une dose de 16 L/ha, la pulvérisation montre un rendement inférieur à l'injection. Ce plus faible rendement s'explique par : 1) la nécessité d'avoir un effectif de deux hommes lors de la pulvérisation contre un homme pour l'injection et 2) la difficulté d'accéder à l'entièreté du clone et donc de pulvériser l'ensemble des feuilles (forte pente, présence de ligneux, etc.). Pour toutes ces raisons, la pulvérisation doit être écartée.

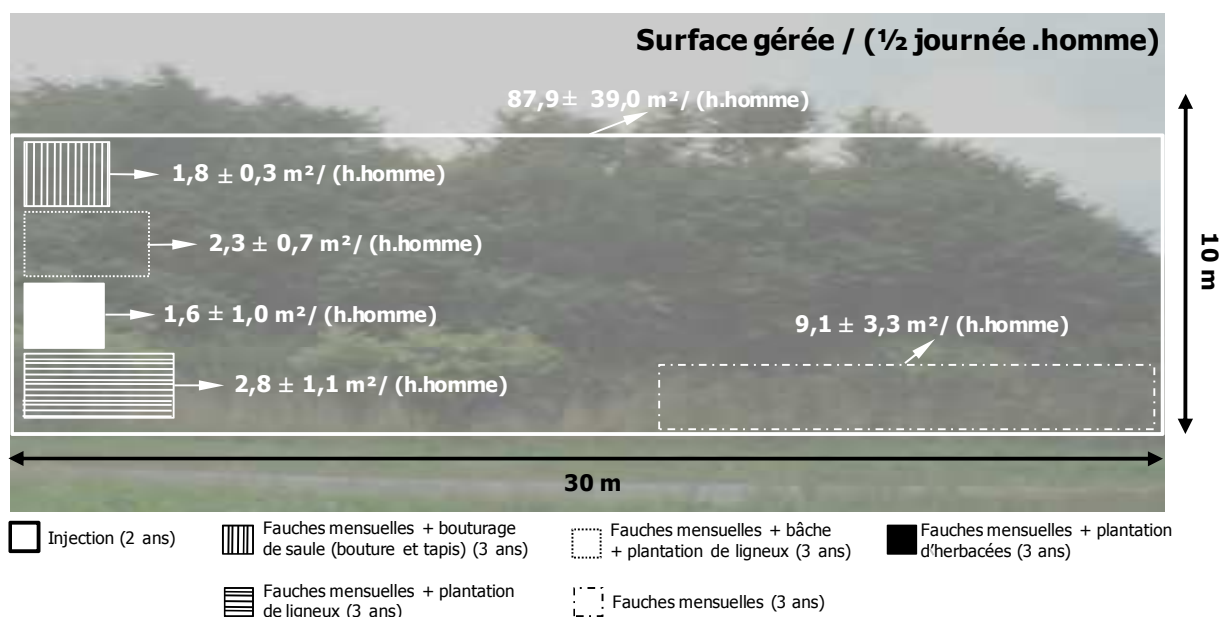


Figure 9. Visualisation des rendements en m²/h.homme pour une demi-journée de travail (3h) pour les différents scénarios.



Le coût d'un chantier de gestion est très variable. Il dépend de la surface à gérer, du fournisseur, de l'entrepreneur, etc. Afin d'aider le gestionnaire à estimer précisément le coût d'un chantier selon l'un des scénarios présentés, le détail des coûts HTVA (chiffre 2009) est présenté dans le tableau 14. Au vu des efficacités *in situ*, les coûts des bâches de type Cocomat™ et agricole, de la baldingère ont été écartés.

Tableau 14. Détail des coûts (€) HTVA des différentes matières premières utilisées lors de la réalisation des tests de gestion.

Produits		Coût	Unité
Outils	Débroussailleuse	2	Heure
	Pistolet-injecteur (provenance Etats-Unis)	190 \$	Pièce
	Pistolet-injecteur (provenance Royaume-Uni)	287 £	Pièce
	Aiguille courte d'injection (provenance Etats-Unis)	8,5 \$	Pièce
	Aiguille courte d'injection (provenance Royaume-Uni)	23,5 £	Pièce
	Seringue d'injection de 5 mL pour bétail (provenance Belgique)	48	Pièce
	Aiguille d'injection pour bétail (hors coûts annexes)	15,9	Douzaine
Produit	Roundup® MAX (provenance SCAM)	324 (TVAC 12 %)	20 L
Bâchage du sol	Bâche résistante perméable (type Plantex® 240)	2,4	m²
	Acier pour béton armé	1	pièce
Matériel végétal	Arbustes en motte	1,2	pièce
	Aulnes à racines nues	2	pièce
	Boutures de saules extraites sur site	0	pièce
	Noisetiers en motte	0,9	pièce
	Reine des prés prélevée sur site	0	pièce
	Terre (1/3 terre arable, 2/3 remblais mélangés agréés)	15	m³
Engins	Camion	50	heure
	Grue	70	heure
Main d'œuvre	/	36	heure

5. Calendrier des opérations

La période de travail dépend du scénario choisi. Les périodes de réalisation des différentes étapes clés des scénarios sont présentées à la figure 10. Lors d'une gestion chimique, les opérations de dégagement doivent ensuite être réalisées mensuellement pendant toute la durée de la saison de végétation, pendant plusieurs années. La fréquence des opérations de dégagement est toutefois laissée à l'appréciation du gestionnaire. La durée totale d'un chantier ne peut être précisée dans l'état actuel des connaissances.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Injection formulée à la plantation de saules ou de ligneux								Injection				
	Plantations										Plantations	
					Dégagements mensuels, pas nécessaire avant minimum 2 années							
				Recépage (saule)								
Plantation de boutures de saules ou d'un tapis vivant	Plantations										Plantations	
					Dégagements mensuels							
				Recépage								
Plantations d'essences arborescentes ou arbustives avec ou sans bâche et plantations d'herbacées	Plantations										Plantations	
					Dégagements mensuels							

Figure 10 : Calendrier des opérations lors de la mise en place des scénarios de gestion des renouées envahissantes



6. Prévention

Vu les difficultés et les coûts de la gestion mécanique des renouées asiatiques, il est important d'éviter la formation de nouveaux clones en prenant des mesures pour limiter la dispersion de ces espèces. Plusieurs mesures peuvent être envisagées.

Tout d'abord, lors de la réalisation des chantiers, il est important de respecter les consignes de traitement des résidus de gestion. Lorsque des travaux de terrassement doivent être réalisés, les gestionnaires doivent s'assurer qu'aucune terre contaminée ne sera répandue dans le cours d'eau. Les chenilles des engins doivent être soigneusement nettoyées sur le site même, de même que les outils, chaussures et pneus des véhicules.

Il en va de même pour la chute de matériel végétal lors des opérations de dégagement ; les tiges situées en bordure de berge doivent être coupées à la main pour éviter toute chute de matériel végétal dans le cours d'eau.

Les fragments de rhizome étant l'élément principal de propagation de la plante, il est important de s'assurer du caractère sain des terres de remblais utilisées pour réaliser les chantiers en général. Les renouées asiatiques sont souvent observées sur des talus, dans des zones ayant fait l'objet de travaux nécessitant des terres de remblais. Si des terres contaminées doivent être exportées, elles doivent être mises en décharge. Lors de la réalisation des chantiers, une présence permanente pour un contrôle du respect des clauses du cahier des charges lors de l'exécution des chantiers est par conséquent indispensable.

Il peut également être efficace de gérer les renouées asiatiques dès leur implantation pour ne pas les laisser se développer. La technique de l'«arrachage précoce» a été décrite par Boyer (2005a).

Les berges doivent être prospectées après chaque épisode de crue, deux semaines après diminution du niveau des eaux, à la recherche de jeunes clones en formation. Il est important de regarder au pied de la berge à la recherche de petits plants et non de gros massifs. Les souches des arbres, les enrochements, etc. sont autant de pièges pouvant retenir des fragments de la plante (photo 114). Une fois un jeune plant repéré, l'extraction peut être réalisée à l'aide d'une simple griffe de jardin ou d'une bêche. Il est important d'extraire l'ensemble des rhizomes. Le matériel extrait est alors exporté pour être brûlé. Les sites nouvellement inventoriés seront cartographiés et suivis le mois qui suit l'extraction pour s'assurer que l'entière du rhizome ait été prélevée, y compris l'année suivante. La technique de l'arrachage précoce n'a pas été testée dans le cadre des essais.



Photo 114. Nouveau plant de renouée du Japon, se développant à l'abri d'une souche.



7. Conception du plan de gestion

La mise en place du plan de gestion comprend les étapes suivantes:

- 1) Description précise des clones à gérer
- 2) Choix de la méthode de gestion
- 3) Hiérarchisation des priorités de gestion

Description des clones

Afin de choisir la méthode de gestion la plus adéquate en fonction des contraintes du site, de planifier et d'estimer le coût des opérations, une série de renseignements descriptifs doit être relevée sur le terrain. La visite de terrain permettra également de décider d'un éventuel regroupement des clones en « unité de traitement » pour faciliter leur gestion. Les clones regroupés en unités de traitement sont des clones très proches concernés par le même scénario de gestion.

Les informations à récolter sur le terrain sont présentées dans le(s) tableau(x) 15 (et 16) (p. 74).

Choix de la technique de gestion

Les tests de gestion mis en place ont permis d'identifier une méthode chimique et quatre scénarios de gestion mécanique efficaces pour gérer les renouées asiatiques. Toutefois, les quatre scénarios ne sont pas tous réalisables selon les circonstances. L'utilisation des bâches en bord de berge, par exemple, est difficilement réalisable sans moyens techniques conséquents. C'est au gestionnaire de choisir la méthode de gestion la plus adaptée au site en fonction de ses caractéristiques structurales (nature du substrat, éclaircissement, risque d'érosion, importance de la pente, accès, etc.), des contraintes législatives, des budgets disponibles, etc.

Les scénarios présentés peuvent être modulés de différentes manières (densités, espèces implantées, etc.) pour être optimisés et donner naissance à d'autres scénarios.

Hiérarchisation des priorités de gestion

Vu la difficulté et le coût des gestions mécaniques des renouées asiatiques, il est important de réfléchir à la pertinence et à la nécessité de réaliser une gestion. Une gestion mal réalisée, peu soignée, peut en effet favoriser le développement et la dispersion de la plante. Lorsque les budgets disponibles sont limités, il peut également être nécessaire de mettre un ordre de priorité sur les chantiers afin de ne traiter que les clones jugés prioritaires. Cet ordre de priorité, cette *hiérarchisation*, peut être accordée via un système de cotation (tableau 15, p. 74) ou un schéma décisionnel plus simple à manier (tableau 16, p.74). Ce dernier met l'accent sur la nécessité ou non de gérer un clone de renouée asiatique.

Plusieurs méthodes de hiérarchisation des clones peuvent être envisagées. Il faut gérer en priorité les sites où les invasions causent les impacts les plus conséquents ou gérer en priorité les clones de plus petite superficie pour diminuer les coûts de gestion (optique de cantonnement de l'aire de dispersion de l'espèce) et optimiser les chances de réussite. La méthode proposée ci-dessous tient compte de ces deux aspects, du risque de dispersion (position sur la berge) ainsi que de la faisabilité de la gestion.

Par conséquent dans le système de cotation proposé, il est davantage conseillé de gérer un clone lorsque :

- le clone est situé en **amont** d'un sous-bassin hydrographique;
- le clone est localisé en amont de zones naturelles **protégées**;
- le clone occupe une **station de conservation** d'une espèce protégée, un SGIB, etc.;
- le clone est fréquemment touché par les **crues**;
- le clone est **fréquemment perturbé** par des activités humaines ou autres;
- la présence du clone est **problématique**, affecte l'utilisation du site;
- la **mise en place** d'une gestion est aisée.

Les cotations sont attribuées comme présenté dans le tableau 15. Par obstacle, il est entendu toute difficulté à la réalisation des chantiers qu'il s'agisse d'un accès difficile, de la présence d'une clôture, d'un sol à charge caillouteuse importante, etc. La position en berge est problématique surtout si le clone est immergé en période de crue.

Lorsque la situation ne correspond pas à ces différents critères, à savoir que la cotation est inférieure à 40, il est préférable de laisser le clone en place tout en s'assurant qu'il ne soit plus perturbé, qu'aucuns travaux ne seront réalisés sur le site et qu'aucune terre n'y sera prélevée.

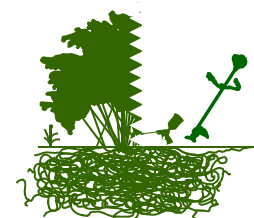


Tableau 15. Système de cotation en vue de la hiérarchisation des clones de renouées asiatiques, dans le cadre de la planification des opérations de gestion (Adapté d'après Dewitte 2007)

Critères d'impacts		
Impacts sur la biodiversité		
Situé en amont ou dans une zone protégée (site Natura 2000, Réserve naturelle agréée ou domaniale, réserve forestière, Parc naturel, etc.)		8
Situé dans une zone d'intérêt paysager, récréative, etc. (RAVeL, zone de loisirs, zone refuge, etc.)		5
Situé en aval de toutes zones protégées		2
Hors zones protégées, sur sol non érodable, présentant un cortège floristique faible		0
Critère de dispersion		
I. Position sur la berge		
Bas de berge ou totalité de la berge		8
Haut de berge		5
Au-delà de la crête de berge		2
Hors zone inondable		0
II. Situation par rapport au sous-bassin hydrographique		
Situé en amont du sous-bassin hydrographique		8
Situé sur un tronçon en aval, favorable à la dispersion des rhizomes (travaux de curage, ouvrages d'art comme barrage ou centrale hydroélectrique, etc.)		5
Situé en aval sans facteur influençant la dispersion		2
Cours d'eau navigables		0
III. Structure générale de la berge en aval du clone		
Cours d'eau à berges naturelles moyennement à fortement méandreux et présentant de nombreux embâcles		8
Cours d'eau à berges naturelles faiblement méandreux à plus ou moins rectiligne et présentant de nombreux embâcles		5
Cours d'eau à berges naturelles ou artificielles plus ou moins rectiligne et présentant peu à pas d'embâcles		2
Cours d'eau à berges artificielles non-inondables sans embâcles possibles		0
Critère de réalisation		
Absence d'obstacles	Sol meuble, ripisylve inexistante	8
Présence d'obstacles légers	Sol faiblement caillouteux, ripisylve quasi nulle à clairsemée	5
Présence d'obstacles moyens	Sol moyennement caillouteux, ripisylve clairsemée à peu dense	2
Présence d'obstacles importants	Enrochement, gabions, ..., ripisylve dense	0
Cote critères d'impacts		0-8
Critère de dispersion		0-24
Critère de réalisation		0-8
Cote cumulée		0-40

Tableau 16. Schéma décisionnel pour la gestion d'un clone de renouées asiatiques.

OUI	Faut-il gérer ?	NON
Clone situé en amont ou dans une zone protégée ¹	Clone situé à moins de 20 m d'une zone protégée	Clone situé à plus de 20 m d'une zone protégée (hors amont)
Clone situé en zone inondable	/	Clone situé hors zone inondable
Clone pouvant subir des perturbations (terrain à bâtir, bas de berge érodable, etc.)	/	Clone sans perturbation (e.g. au-delà de la crête de berge, bords de route, etc.)
Cours d'eau à berge naturelle, fortement à moyennement méandreux et présentant de nombreux embâcles	Cours d'eau à berge naturelle, faiblement méandreux et présentant peu ou pas d'embâcles	Cours d'eau à berge artificielle et ne présentant aucun embâcle

Résumé

Les renouées asiatiques sont des espèces vivaces se reproduisant généralement végétativement par des rhizomes ligneux, puissants et profondément ancrés (jusqu'à 7 m). La gestion mécanique, même jumelée à la gestion chimique, est longue et relativement coûteuse. Il est donc important d'estimer la nécessité de gérer ou non un clone de renouée asiatique. Pour pallier à ce problème, un système de cotation a été mis au point afin de donner un ordre de priorité des gestions.

A ne pas faire

- Ne pas planter ni distribuer la plante
- Ne pas traiter chimiquement en bordure de cours d'eau ou en zone naturelle préservée
- Ne pas composter
- Ne pas déplacer les terres contaminées

Gestion chimique

- Ne pas faucher le clone ni durant l'année de gestion, ni juste avant gestion ou encore après la gestion

Gestion mécanique

- Ne pas jeter les résidus de fauche dans la nature ou dans la rivière
- Ne pas stocker les résidus de fauche en milieu fermé, sans surveillance
- Ne pas transporter les résidus sans s'assurer qu'ils ne soient correctement couverts

A faire

- Estimer la nécessité de réaliser une gestion ou protéger le clone de toute perturbation (voir système de cotation)
- Dans la mesure du possible, gérer sur une zone tampon de 7 m en tous sens
- Si la berge est érodable ou affouillable, utiliser une technique végétale en pied de berge
- Surveiller les sites sains

Gestion chimique

- Gérer le clone par **injection** à l'aide d'un appareil adapté entre le **15 août** et le **15 septembre**
- Gérer postérieurement par une méthode de gestion mécanique adaptée
- Respecter toutes les précautions d'usage lors de la manipulation du Roundup® MAX
- Injecter **5 mL** de **Roundup® MAX dilué 34 X** dans l'eau dans toutes **tiges injectables (diamètre > 1,5 cm)** de préférence **sous le 2^{ème} nœud** avec l'orifice latéral de l'aiguille disposé vers le bas. Lorsqu'une tige n'est pas injectable, injecter la dose prévue dans la tige injectable la plus proche.
- Pour tout clone ayant une densité en tiges **inférieure à 37 tiges / 5 m²**, injecter systématiquement **3 L de bouillie** par **100 m²** de clone. Si l'entière de la bouillie n'est pas injectée, un **2nd passage homogène** sera effectué au sein du clone.
- Pour tout clone ayant une densité en tiges **supérieure à 37 tiges / 5 m²**, injecter systématiquement **3 L de bouillie** par **100 m²** de clone dans **1 tige sur 2**. Si l'entière de la bouillie n'est pas injectée, un **2nd passage homogène** sera effectué au sein du clone dans les **tiges non-injectées lors du 1^{er} passage**.
- Au terme de la gestion : 1) injecter l'excédent de la bouillie dans les plus grosses tiges du dernier clone géré ; 2) laver l'injecteur par ajout d'eau dans le réservoir de l'injecteur ; et 3) asperger la solution obtenue sur les feuilles de renouée asiatique en évitant l'effet *runoff*.

Gestion mécanique

- Choisir un **scénario de gestion adapté** aux contraintes du site
- En cas de gestion, lors des dégagements et des fauches, couper les pousses en-dessous du premier nœud
- Entasser les tiges sur le site même, pour limiter le transport et le risque de contamination
- **Stocker** les **résidus de fauche** sur **bâche** en **milieu ouvert** et recouvrir le tas pour éviter toute dispersion par le vent et hors zone inondable
- Laisser sécher les résidus pour les brûler dès que possible
- Surveiller qu'aucun résidu ne s'enracine pour l'extraire immédiatement
- Nettoyer les outils, les pneus et chenilles des véhicules
- Suivre les gestions tous les mois pendant plusieurs années

Conclusions

Gérer une plante exotique envahissante implique de bien connaître l'écologie et la biologie de la plante. Ce pré-requis théorique est nécessaire à la compréhension des techniques qui vont être appliquées et au choix de la méthode de gestion la plus adéquate. Les méthodes de gestion sont à choisir au cas par cas en fonction de l'espèce, ou des espèces, présente(s) ainsi que des conditions stationnelles.

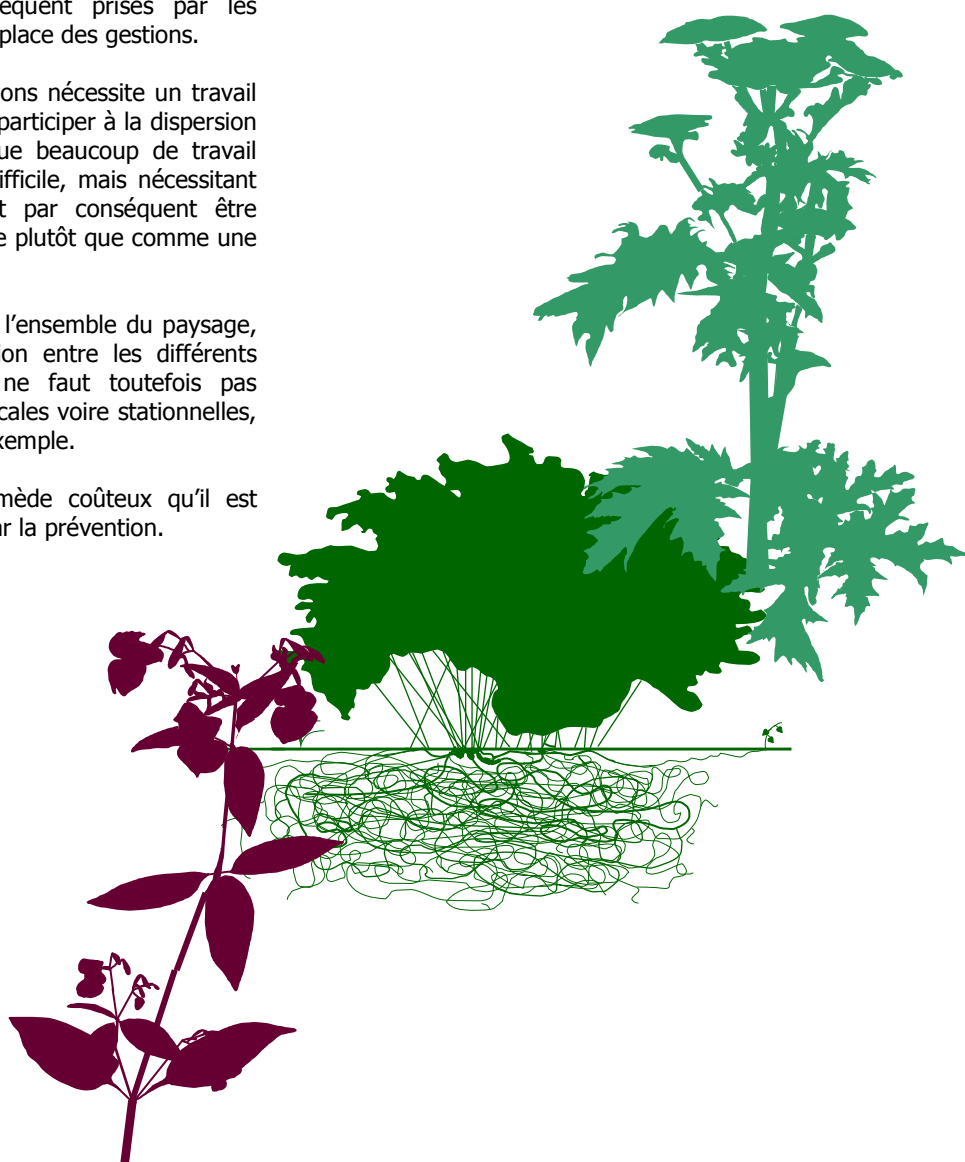
Certaines espèces sont plus faciles à gérer que d'autres mais les opérations menées durent toujours plus d'une année et nécessitent des suivis et vérifications réguliers. Les opérations ponctuelles « coup de poing » sont à éviter car vaines donc inutilement coûteuses. Leur inefficacité fait également mauvaise presse à la gestion mécanique.

Le cadre législatif actuel ne facilite pas toujours la mise en application des méthodes de gestion préconisées, plus particulièrement en ce qui concerne le bâchage et les distances de plantation. Toutes les précautions doivent par conséquent prises par les gestionnaires lors de la mise en place des gestions.

La réalisation des gestions nécessite un travail propre et soigné pour éviter de participer à la dispersion de l'espèce traitée. Elle implique beaucoup de travail manuel, parfois éprouvant et difficile, mais nécessitant un certain savoir-faire. Il doit par conséquent être considéré comme une plus-value plutôt que comme une tâche dévalorisante.

Les invasions touchant l'ensemble du paysage, la coopération et la coordination entre les différents acteurs sont importantes. Il ne faut toutefois pas dénigrer les petites initiatives locales voire stationnelles, dans les zones protégées, par exemple.

La gestion est un remède coûteux qu'il est possible et préférable d'éviter par la prévention.



Glossaire



A

Adventive : se dit d'une racine se formant ultérieurement à la germination de la graine et prenant naissance à partir de la tige ou de la feuille

Acidicline : plante se développant sur humus de type mull oligotrophe, et tolérant un pH inférieur à 5.

Akène : fruit sec, indéhiscent contenant une seule graine non soudée à la paroi interne du fruit.

Autofertile : se dit d'une plante où la fusion des gamètes mâle et femelle est possible et ce à partir d'un même individu.

B

Ballochorie : mécanisme de dispersion des graines par éjection du fruit.

Bilatérale : se dit d'une fleur ne présentant qu'un seul axe de symétrie.

Bisannuelle : se dit d'une plante dont le développement complet s'étend sur deux années consécutives. Cette plante ne fleurit pas la première année.

C

Calcaricole : plante se développant exclusivement sur un sol fortement riche en carbonate de calcium libre.

Calice : partie externe (formée de sépales) de l'ensemble des enveloppes florales entourant la corolle et donc les pétales.

Capsule : fruit sec et déhiscent, s'ouvrant par plusieurs fentes longitudinales (diffère de la baie qui elle est indéhiscente et charnue).

Carpelle : partie de la fleur comprenant les éléments de base du pistil (ovaire, style et stigmate).

Clone : groupe d'individus génétiquement identiques issu d'un ancêtre commun par reproduction asexuée.

Collet : zone concentrée en nœuds près de la surface du sol et de laquelle sont émises des tiges et des racines, le collet est aussi appelé plateau de tallage chez les Poaceae.

Cordée : présentant une échancrure en forme de cœur.

Corolle : partie interne (formée de pétales) de l'ensemble des enveloppes florales entourant les organes reproducteurs.

E

Entomophile : pollinisation par les insectes.

Eperon : prolongement de la corolle ou du calice souvent en forme de cône creux.

H

Héliophile : se dit d'une espèce croissant préférentiellement en milieu riche en luminosité.

Hydrochorie : mécanisme de dispersion des graines par la force de l'eau.

I

Infère : se dit d'un ovaire entièrement enfoncé dans le réceptacle.



L

Lignifié(e) : se dit d'un tissu dans lequel les cellules contiennent un large taux de lignine lui conférant une rigidité et la consistance du bois.

Loge : cavité dans l'ovaire ou l'anthere (partie terminale de l'étamine, organe mâle de la fleur).

M

Mésohygrocline : se dit d'une espèce croissant sur un milieu frais ;

Mésohygrophile : se dit d'une espèce croissant sur un milieu humide en permanence.

Mésophile : se dit d'une espèce croissant sur un milieu bien à moyennement drainé.

Mi-sciaphile : se dit d'une espèce croissant préférentiellement en milieu semi - ombragé.

N

Neutronitrocline : se dit d'une espèce ayant une affinité pour les sols neutres et légèrement azotés.

Neutronitrophile : se dit d'une espèce ayant une affinité pour les sols neutres et riche en azote.

Nœud : niveau d'insertion d'une feuille sur une tige.

O

Ombelle composée : inflorescence dont les fleurs sont portées au sommet de petits axes (pédicelles). Ces axes se trouvent à l'apex de la tige. On parle d'ombelle composée lorsque des groupes de pédicelles floraux sont fixés à l'extrémité des rayons rattachés au sommet de la hampe florale.

Ovaire : partie du pistil comprenant les ovules (futurs fruits si fécondation).

P

Panicule : inflorescence complexe, en forme de grappe composée, dont les éléments sont soit des grappes, soit des cymes.

Pennatifide : se dit d'une feuille pennée divisée en segments au sein desquels l'échancrure a une profondeur moindre que la moitié de la largeur du limbe.

Pennatipartite : se dit d'une feuille pennée divisée en segments au sein desquels l'échancrure a une profondeur supérieure à la moitié de la largeur du limbe.

Pennatiséqué : se dit d'une feuille pennée divisée en segments séparés par des creux. La division arrive quasi à la nervure principale.

Périgone : enveloppe florale à pièces à peu près semblables entre elles, au moins quant à leur texture et à leur coloration, sans distinction entre le calice et la corolle.

Pétiole : partie amincie de la feuille reliant celle-ci à la tige.

Pluriannuelle : se dit d'une plante dont le développement végétatif et reproductif s'étend sur plusieurs années consécutives. Cette plante ne fleurit ni la première année, ni la seconde.

Pistil : ensemble des organes femelles d'une fleur.

R

Radiaire : se dit d'une fleur présentant plusieurs axes de symétrie.

Rhizomateux : possédant des rhizomes c.-à-d. des tiges souterraines émettant des tiges aériennes et des racines.



S

Sciaphile : se dit d'une espèce croissant préférentiellement en milieu pauvre en luminosité.

Sépale : pièce du calice d'une fleur.

Supère : se dit d'un ovaire non enfoncé dans le réceptacle.

T

Tépale : pièce d'une enveloppe florale où le calice et la corolle ne sont pas dissemblables.

Tronqué : se dit d'un organe coupé par une ligne transversale.

V

Verticille : ensemble d'organes disposés en un cercle, au même niveau, autour d'un axe.



Bibliographie

- Aeschimann D., Lauber K., Moser D.M., Theurillat J-P. 2004. *Flora alpina*. Paris, Ed. BELIN vol. 1, 1159p.
- Aeschimann D., Lauber K., Moser D.M., Theurillat J-P. 2004. *Flora alpina*. Paris, Ed. BELIN vol. 2, 1188p.
- Alberternst B. & Böhmer H.J. 2006: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Fallopia japonica*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org Date of access: 4/3/2009.
- Allaby M. 1992. The Concise Oxford Dictionary of Botany. Oxford, Oxford University Press, 442p.
- Adam P., Debais N., Gerber F., Lachat B. 2008. *Le génie végétal: Un manuel technique au service des l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques*. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. 290 p.
- Beerling DJ, Perrins JM. 1993. *Impatiens glandulifera* Royle (Impatiens Roylei Walp.). *Journal of Ecology* 81: 367-382.
- Beerling D., Bailey J., Conolly A. 1994. *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene. *Journal of Ecology*, 82: 959-979.
- Biesmans C. 2007. Etat des lieux relatif à la propagation de la Renouée du Japon dans le sous-bassin hydrographique de la Vesdre. Inventaire de terrain, essais de gestion et tests de reproduction. Mémoire de fin d'études. Haute Ecole Rennequin Sualem. 109 pp.
- Bollens, U. 2005: Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs (*Reynoutria japonica*, Syn *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene, *Polygonum cuspidatum* Sieb et Zucc.). Literaturreview und Empfehlungen für Bahnanlagen. Umweltmaterialien Nr. 192. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. <http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpEGJoax.pdf>. 44 pp.
- Boquet River Association. 2004. Semi-Aquatic Invasive Plant Best Management Practices. Final Report. LC-9991923-01. NEI Job Code 0980-001. Project Code L- 2003-028. November 30 2004. <http://www.boquetriver.org/invasivesfinalreport.htm>. 17 pp.
- Bimova K., Mandák B. and Pysěk. 2001. Experimental control of *Reynoutria* congeners: a comparative study of a hybrid and its parents. In Brundu G., Brock J.H., Camarda I., Child L. and Wade M. Backhuys Publishers, Leiden. 283-290.
- Bond W. and Turner R. 2006. *The biology and non-chemical control of Japanese knotweed (Fallopia japonica (Houtt))*. <http://www.organicweeds.org.uk>. 5 pp.
- Boyer M. 2004. Exemple d'application d'un plan de gestion des ripisylves. *Journée d'étude « Monitoring et gestion physique des cours d'eau wallonnes »*. Gembloux, 26 mai 2004. 9 pp.
- Boyer M. 2005a. L'invasion des cours d'eau par les renouées du Japon (*Fallopia japonica*, *F. sachalinensis* et *F. x bohemica*): réflexions et propositions pour des stratégies de lutte efficaces. *Parcs et réserves*, 60(1): 21-29.
- Boyer M. 2005b. Réflexions sur les stratégies de lutte contre l'invasion des cours d'eau par les renouées du Japon. *Cinquième journée d'échanges techniques entre gestionnaires d'espaces naturels en Rhône-Alpes*, 5 avril 2005. 51-59.
- Burgess, P 1. 2005. Efficacy Trials - Injection Method: Bohemian knotweed. Clark County Weed Management. <http://www.co.clark.wa.us/weed/documents/efficacy/knotweed%20files/Treatment%20Data%20Boh-knotweed.pdf> (accédé en 2006).
- Burgess, P 2. 2005. Efficacy Trials – Injection Method: Knotweed. Clark County weed Management. <http://www.co.clark.wa.us/weed/documents/efficacy/knotweed%20files/155th%20Ave%20Knotweed%20Data.pdf> (accédé en 2006).
- Centre for Ecology and Hydrology. 2004. *Information sheets 5: Japanese knotweed*. <http://www.ceh.ac.uk/sections/wq/CAPMInformationSheets.htm> (accédé en 2006). 2 pp.
- Child L.E., de Waal L.C. and Wade P.M. 1992. Control and management of *Reynoutria* species (Knotweed). *Aspects of applied Ecology*, 29:295-307.
- Child L.E. and Wade P.M. 2000. *The Japanese Knotweed Manual*. Packard publishing limited, Chichester. 123 pp.



- Child L., Wade M. and Hathaway S. 2001. Strategic invasive plant management, linking policy and practice: a case study of *Fallopia japonica* in Swansea, South Wales (United Kingdom). In Brundu G., Brock J.H., Camara I., Child L. and Wade M. Backhuys Publishers, Leiden. 291-302.
- Child, L., Wade, M., and Wagner, M. 1998. Cost effective control of *Fallopia japonica* using combination treatments. In Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses. U. Starfinger, K. Edwards, I. Kowarik and M. Williamson Backhuys Publishers, Leiden. 143-154.
- Cornwall County Council - Environment Agency. 2000. *Japanese knotweed: guidance for Developers and Hauliers*. Leaflet. Cornwall County Council. 10 pp.
- Cornwall County Council - Environment Agency. 2001. *Japanese knotweed: guidance for Householders and Landowners*. Leaflet. Cornwall County Council. 22 pp.
- CPIE Val d'Authie. 2001. *Etude bibliographique sur la Renouée du Japon: Ecologie, Biologie et Modalités de gestion*. 103 pp.
- Dassonville N., Vanderhoeven S., Domken S., Meerts P., Chapuis-Lardy L. 2008. Chapter 5: Impacts of Alien Invasive Plants on Soil and Ecosystem Processes in Belgium: Lessons from a Multispecies Approach in Wilcox C.P. and Turpin R.B. (eds.) *Invasive Species: Detection, Impact and Control*. Nova Science Publishers, Inc.: 117-132.
- Delbart E. 2009. Mise en place d'une cellule d'appui à la gestion des plantes invasives. Proposition de solutions de gestion actives et préventives de la problématique des plantes invasives le long des cours d'eau non navigables en Région wallonne – Partie III. Convention SPW-DGARNE-DE-DCENN. Rapport final. 30 pp.
- De Waal L.C. 1995. Treatment of *Fallopia japonica* near water - a case study. In Pysek P., Prach K., Rejmanek M. and Wade M. Backhuys Publishers, Leiden. 203-212 pp.
- De Waal, L. C. 2001. A viability study of *Fallopia japonica* stem tissue. *Weed Research*, 41 : 447-460.
- Dewitte C. 2007. Evaluation de la faisabilité des méthodes de gestion pour deux plantes invasives : *Fallopia* spp. et *Impatiens glandulifera* Royle. Application à l'échelle paysagère par l'étude du cas du Parc naturel Viroin-Hermeton. Faculté des sciences agronomiques de Gembloux. Mémoire de fin d'études. 80p.
- Dethioux M. 1989. *Espèces ligneuses de la berge*. Ministère de la Région wallonne. Service Promotion et Communication, Namur. 80 pp.
- Dethioux M. 1991. *Les cours d'eau de Wallonie : caractéristiques physiques et floristiques, principes de verduration*. Presses agronomiques de Gembloux. 141 p.
- Doll J. and Doll J. 2002. Japanese Knotweed (*Polygonum cuspidatum*). http://ipcm.wisc.edu/uw_weeds/extension/articles/japknotted.htm. 3 pp.
- Echel. 2002. Journées thématiques nationales "Renouées". Actes. Besançon, 19 et 20 Juin. CD-rom.
- Environment Agency. 2003. Guidance for the control of invasive weeds in or near fresh water. Leaflet. Bristol. 20 pp.
- Ford S. 2005. Cut and inject herbicide control of Japanese Knotweed *Fallopia japonica* at Rocky Valley, Cornwall, *Conservation Evidence*, 1 : 1-2. England. <http://www.conservationevidence.com/ViewEntry.asp?ID=12>.
- Gozart C. 2005. The 2004 East Fork Knotweed Control Project; Results Data, May 2005. 3pp.
- Harranger J. 1985. Les renouées bambous. *Phytoma* 366: 5.
- Hart M. 2003. Hardy perennial. *Surveyor* 3 Juillet 2003, 16-17.
- Hathaway S. 2000. Surveys on the spread of Japanese knotweed *Fallopia japonica* in Swansea and strategies for its control. *Aspects of Applied Biology*, 58: 55-62.
- Helmisaari H. 2006: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Impatiens glandulifera*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 4/3/2009.
- Heuer H., Reinhard N. and Kärcher H. 2002a. Problem-neophyten : Japanischer Staudenköterich. <http://www.bachpaten-freiburg.de/oekologi/neophyt/japan.pdf>. 4 pp.
- Heuer H., Reinhard N. and Kärcher H. 2002b. Problem-neophyten : Indisches Springraut. <http://www.bachpaten-freiburg.de/oekologi/neophyt/indisch.pdf>. 4 pp.



- Heuer H., Reinhard N. and Kärcher H. 2002c. Problem-neophyten : Riesen-Bärenklau, Herkulesstaude. <http://www.bachpaten-freiburg.de/oekologi/neophyt/baeren.pdf>. 4 pp.
- Holowid J.R. 2005. *Integrated Control of Japanese Knotweed: Final Report*. Integrated Pest Management, Penn State Cooperative Extension. 4 pp.
- Horn P. 1997. Seasonal dynamics of aerial biomass of *Fallopia japonica*. In Brock J.H., Wade M., Pysek P. and Green D. Backhuys Publishers, Leiden. 203-206.
- Kister C., Huguet I. and Tomas F. 2005. Une envahissante le long des voies: Essais pour la maîtrise de la renouée du Japon le long du réseau ferroviaire de la RATP. *Phytoma*, 583 : 52-56.
- Klingenstein F. 2007: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Heracleum mantegazzianum*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species - NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 4/3/2009.
- Lachat B. 1994. *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales*. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'Environnement. 143 p.
- Lambinon J., Delvosalle L., Duvigneaud J. 2004. *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes)*. Cinquième édition. Meise, Ed. du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, 1167 p.
- Lejeune F. 2007. *Etat des lieux relatif à la présence de la berce du Caucase et de la balsamine de l'Himalaya dans le sous-bassin hydrographique de la Vesdre. Inventaire de terrain, tests de reproduction et essais de gestion*. Mémoire de fin d'études. Haute Ecole Rennequin Sualem. 90 pp.
- Lepiece D. Communication personnelle. 27 novembre 2006. D.LEPIÈCE sprl.
- Long Ashton. 2002. Methods to diversify field margin plant communities. Final Project Report. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Project Code BD1607. http://www.defra.gov.uk/science/Project%5FData/DocumentLibrary/BD1607/BD1607_684_FRP.doc. 23pp.
- Lozet J., Mathieu C. 2002. *Dictionnaire de Science du Sol*. Ed. TEC & DOC, Paris. 575 p.
- McKeon P.J., Porter R. and Bennett C.M. 2005. The Control of Invasive Alien Species through the Development Process – A Merseyside Case Study. The 34th Robson Meeting. 22-23 February 2005: 16-18.
- Miller, T. 2005. Evaluation of Knotweed Control Projects in Southwestern Washington. Northwestern Washington Research and Extension Center, Washington State University. 5pp.http://agr.wa.gov/PlantsInsects/Weeds/Knotweed/docs/Knotweed_Evaluation_SW_WA.pdf.
- Ministère de la Région wallonne - Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement. 1997. Guide juridique relatif aux cours d'eau non navigables. DGRNE. 210p.
- Muller S. 2004. *Plantes invasives en France*. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, 168p.
- Nielsen C., Ravn H.P., Nentwig W. and Wade M. 2006. *Manuel pratique de la berce géante: Directives pour la gestion et le contrôle d'une espèce végétale invasive en Europe*. Hørsholm, Skov, 44 p.
- Palmer J.P. 1990. Japanese Knotweed (R.J.) in Wales. The biology and control of invasive plants, Proceedings of the British ecological society. Cardiff. 80-85.
- Palmer C.G., Reid D.F. and Godding S.J. 1988. A review of forestry trials with a formulation of triclopyr, dicamba and 2,4 D. *Aspects of Applied Biology*, 16: 207-214.
- PennState Roadside Research Project. 2005. *Managing Japanese knotweed and Giant Knotweed on roadsides*. Factsheet 5a. <http://rvm.cas.psu.edu>. 5 p.
- Pimentel D., Lach L., Zuniga R. and Morrison D. 2000. Environmental and Economic costs of Nonindigenous species in the United States. *BioScience*, 50(1): 53-65.
- Price E.A., Gamble R., Williams G.G. and Marshall C. 2002. Seasonal patterns of partitioning and remobilization of C14 in the invasive rhizomatous perennial Japanese Knotweed (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene). *Evolutionary Ecology*, 15: 347-362.
- Rameau J.C., Mansion D., Dumé G. 1989. *Flore forestière française: guide écologique illustré, 1 Plaines et Collines*. Paris, Institut pour le Développement Forestier, 1785p.
- Rocklin C. 2005. Technique de lutte contre le monospécifisme de la Renouée. Belfort. *Com. Pers.*



- Rosman O. 2005. *Conception d'un chantier pour éliminer la Renouée du Japon (Fallopia japonica) sur le ruisseau du bois du Duc à Floreffe*. Mémoire de fin d'études, Haute Ecole de la Province de Namur. 103 p.
- Sheppard A.W., Shaw R.H., Sforza R. 2006. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe : a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *European Weed Research Society*, 46: 93-117.
- Shine C., Williams N. and Gundling L. 2000. *A guide to designing legal frameworks on alien invasive species*. IUCN Environmental Policy and Law paper , 40. 138 pp.
- Skibo Z., Isaacs M. and Hearn B. 2004. Chemical control of Japanese Knotweed in Delaware. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society*, 58: 91.
- Soll J. 2004. *Controlling Knotweed in the Pacific Northwest*. <http://students.washington.edu>. 15 pp.
- Stingelin Keefer J. 2002. *Effects of rate and timing of glyphosate and imazapyr application on control of Japanese Knotweed*. Master Thesis. Forest Resources, College of Agricultural Sciences, Pennsylvania State University. 77pp.
- Tiébré M.S., Bizoux J.P., Hardy O., Bailey J.P., Mahy G. 2007. Hybridization and morphogenetic variation in the invasive alien *Fallopia* (Polygonaceae) complex in Belgium (Western Europe). *American Journal of Botany* 94: 1900-1910.
- Vanderhoeven S., Branquart E., Mahy G., Grégoire J.C. 2006. *L'érosion de la biodiversité ; les espèces exotiques envahissantes. Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006 sur l'État de l'Environnement wallon*. FUSAGx, CRNFBGx et ULB. 42p.
- Verniers G., Petit F., Houbrechts G. 2007. Techniques végétales : Conception, application et recommandations. Document provisoire. GIREA et ULG. 62p.
- Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J. and Melillo J.M. 1997. Human domination of Earth's Ecosystems. *Science*, 277(5325): 494-499.
- Weber E. 2003. *Invasive Plant Species of the World : A Reference Guide to Environmental Weeds*. Wallingford, CABI Publishing, 548p.
- Zika P. F. & Jacobson A. 2003. An overlooked Hybrid Japanese Knotweed (*Polygonum cuspidatum* x *sachalinense* ; *Polygonaceae*) in North America. *Rhodora*, 105 (922): 143-152.

Sources informatiques

<http://biology.burke.washington.edu/herbarium/imagecollection.php>
<http://environnement.wallonie.be/aerw/dgrne/index.htm>
http://www.cabi-bioscience.org/html/japanese_knotweed_alliance.htm#control
<http://www.cps-skew.ch/francais/fiches-envahissantes.htm>
<http://www.devon.gov.uk/knotweedbooklet.pdf>
<http://www.ecy.wa.gov/programs/wq/plants/plantid2/categories.html>
<http://www.efloras.org/>
<http://www.knotweed.co.uk/ep-excavation.html>
<http://www.t-c-m-rd.co.uk/invasive-weeds/>
<http://www.ufz.de/biolflor/index.jsp>



Service public de Wallonie

DGARNE
Direction des Cours d'eau non navigables